

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

AMÉRICO GUELERE FILHO

**INTEGRAÇÃO DO ECODESIGN AO MODELO UNIFICADO PARA A GESTÃO DO  
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ESTUDO DE CASO EM  
UMA GRANDE EMPRESA DE LINHA BRANCA**

São Carlos

2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



AMÉRICO GUELERE FILHO

**INTEGRAÇÃO DO ECODESIGN AO MODELO UNIFICADO PARA A GESTÃO DO  
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ESTUDO DE CASO EM  
UMA GRANDE EMPRESA DE LINHA BRANCA**

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos  
da Universidade de São Paulo para obtenção do título de  
Doutor em Engenharia de Produção

Área de concentração: Processos e Gestão de Operações

Orientador: Prof. Tit. Henrique Rozenfeld

São Carlos

2009



AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Catologação na Publicação

Serviço.....

Faculdade.....

Guelere Filho, Américo.

Integração do ecodesign ao modelo unificado para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso em uma grande empresa de linha branca / Américo Guelere Filho; orientador Henrique Rozenfeld. -- São Carlos, 2009.

Xxx f. : fig

Tese (Doutorado – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Área de Concentração: Processos e Gestão de Operações ) – Escola de Engenharia de São Carlos

1. xxx. 2. xxxxx. 3. xxx. 4. xxxxxxxxxxx. I. Título

CDD:

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Américo Guelere Filho

Integração do ecodesign ao modelo unificado para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso em uma grande empresa de linha branca

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção  
Área de concentração: Processos e Gestão de Operações

Aprovado em:

### Banca Examinadora

Prof. Dr. Henrique Rozenfeld \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Sergio Luiz da Silva \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Alexandra Augusta Pereira Klen

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_



## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho à minha família, em especial à minha mãe.



## **AGRADECIMENTOS**

A tudo e a todos, muito obrigado!

Muito obrigado!



## **EPIGRAFE**

“A palavra ‘corpo’, em tibetano, é ‘lu’, que significa ‘algo que se deve deixar para trás’, como uma bagagem. Isso nos recorda que somos apenas viajantes que nos refugiamos temporariamente nesta vida e nesse corpo.”

Sogyal Rinpoche – Tibete

## RESUMO

GUELERE FILHO, A. **Integração do ecodesign ao modelo unificado para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso em uma grande empresa de linha branca.** 2009. xx f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

O ecodesign visa desenvolver produtos que causem menos impactos ambientais e implica na introdução sistemática de requisitos ambientais ao Processo de Desenvolvimento de Produtos, sendo que o que se observa atualmente é que esse conceito não está integrado ao processo padrão de desenvolvimento de produtos da maioria das empresas. O objetivo desse trabalho é integrar o ecodesign ao Modelo Unificado para a gestão do PDP proposta por ROZENFELD et al, 2006, contribuindo, assim, com a criação de um modelo genérico para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos que contemple requisitos ambientais de forma sistemática. O modelo assim resultante poderá, por hipótese, servir tanto para benchmark de processos já existentes como também na construção de um modelo padrão de desenvolvimento de produtos. Para falseamento da hipótese da pesquisa, um estudo de caso em uma grande empresa de linha branca foi conduzido. Os resultados mostram que o modelo proposto pode ser utilizado como benchmark para a integração de práticas de ecodesign ao processo padrão de desenvolvimento de produtos da empresa estudada. No entanto, a hipótese de que pode (modelo) ser utilizado como referência na construção de um modelo padrão de desenvolvimento de produtos que contemple práticas de ecodesign não foi testada, consistindo na maior limitação do trabalho. Além da contribuição referente ao uso do modelo como benchmark, espera-se poder contribuir com a sistematização de práticas de

ecodesign existentes, o que poderia contribuir também com a integração desse conceito ao PDP das empresas.

Palavras-chave: Ecodesign, Desenvolvimento de Produtos, Modelos de Referência



## ABSTRACT

GUELERE FILHO, A. **Integração do ecodesign ao modelo unificado para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso em uma grande empresa de linha branca.** 2009. xx f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

Ecodesign aims to develop products that cause less environmental impacts and involves the systematic introduction of environmental conditions on the Product Development Process. What is observed nowadays is that this concept is not integrated into the standard process of product development at most companies. The aim of this work is to integrate ecodesign into the Unified Model for the management of the PDP proposal by ROZENFELD et al, 2006, thus contributing to the creation of a generic model for managing the process of product development that addresses environmental requirements in systematically. The resulting model can thus, by hypothesis, serve both to benchmark existing processes but also in the construction of a standard model of product development. To verify the hypothesis of the research, a case study in a large household appliances company was conducted. The results show that the proposed model can be used as a benchmark for the integration of ecodesign practices into the standard process of product development of the studied company.

Keywords: Ecodesign, Product Development, Reference models



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Concepção desse trabalho .....	32
Figura 2: Método hipotético-dedutivo (MARCONI; LACATOS, 2004).....	37
Figura 3: Etapas da pesquisa. ....	40
Figura 4: Atividades do C2C. WHIRLPOOL, 2009.....	45
Figura 5: Fases do FFE. WHIRLPOOL, 2009.....	46
Figura 6: Relação entre o FFE e o C2C. WHIRLPOOL, 2009. ....	47
Figura 7: Reutilização, reciclagem, recuperação (BISHOP, 2000) .....	54
Figura 8: Desenvolvimento sustentável. ....	60
Figura 9: PDP, Ecodesign, SPD e DS (TISCHNER; CHARTER, 2001 pg.120).....	61
Figura 10: Modelo Unificado (ROZENFELD et al, 2006) .....	99
Figura 11: Dimensões do PDP segundo o Modelo Unificado (SILVA, 2007).....	101
Figura 12: Modelos genéricos e específicos (ROZENFELD et al, 2006) .....	105
Figura 13: Versões do modelo de referência específico (ROZENFELD et al, 2006). .....	106
Figura 14: Propostas de integração de ecodesign baseada em ACV (NIELSEN; WENZEL, 2002).....	122
Figura 15: Processo de ecodesign (TISCHNER, 2001 p. 267) .....	124
Figura 16: Atividades genéricas do Modelo Unificado (ROZENFELD et al, 2006) .	136
Figura 17: Ciclo de vida de um produto segundo o fluxo de materiais (GUELERE FILHO et al., 2009) .....	158
Figura 18: Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual (ROZENFELD et al, 2006).....	163

Figura 19: Relação entre o projeto conceitual e o detalhado. Rozenfeld et al, 2006. .....	171
Figura 20: Ciclos do projeto detalhado (ROZENFELD et al, 2006). .....	172
Figura 21: relação entre as seções e as atividades do estudo de caso .....	179
Figura 22: variação em função da pergunta e do respondente .....	186
Figura 23: Nível de conhecimento das ferramentas de ecodesign mais citadas.....	190
Figura 24: Nível realização das tarefas de gestão ambiental e/ou ecodesign presentes no C2C. ....	191

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação da pesquisa .....	39
Tabela 2: Estratégias ambientais (GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.193) .	77
Tabela 3: Anexos nos quais as treze ferramentas estão descritas.....	85
Tabela 4: Classificações de práticas encontradas na literatura .....	87
Tabela 5: Fatores de sucesso para integração do ecodesign ao desenvolvimento de produtos (JOHANSSON, 2002). .....	109
Tabela 6: Critérios utilizados na seleção do Modelo Unificado.....	130
Tabela 7: Tarefas de gestão ambiental e/ou ecodesign presentes no C2C .....	185
Tabela 8: Cargos dos respondentes e relação com a legenda da Figura 22.....	186
Tabela 9: relação entre as tarefas do C2C e a legenda utilizada na Figura 22 .....	191



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AFF	Alternative Function Fulfillment
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
APQP	Advanced Product Quality Planning model
ARPI	Analyse, Report, Prioritize, Improve
BOM	Bill of Material
C2C	Consumer to Consumer
CAD	Computer-Aided design
CAE	Computer-Aided Engineering
CAM	Computer- Aided Manufacturing
CAPP	<i>Computer-Aided Process Planning</i>
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CED	Cumulative Energy Demand
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
DfE	Design for the Environment
DFMA	Design For Manufacturing and Assembly
DS	Desenvolvimeno Sustentável
ECM	Ecodesign Checklist Method
ECD	Ecodesign Checklist Method
EDIT	Environmental Design Industrial Template
EDSM	Environmental Design Strategy Matrix

EDST Environmental Design Support Tool

EEA Environmental Effect Analysis

EESC Escola de Engenharia de São Carlos

EHS Environment, Health and Safety

EIME Environmental Information and Management Explorer

ELDA End-of-Life Design Advisor

EPD Environmental Product Development

EPP Environmentally Preferred Product

EQFD Environmental quality function deployment

ERPA Environmentally Responsible Product Assessment Matrix

EVCA Environmental Value Chain Analysis

FFE Fuzzy Front End

FMEA Failure Mode and Effect Analysis

GDA Green Design Advisor

GDP Gestão do Desenvolvimento de Produtos

GPA General Product Analysis

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

LCA Life Cycle Assessment

LCC Life Cycle Check

LCP Product Life Cycle Planning

LiDS Lifetime Design Strategies

MAAP Method to Assess the Adaptability of Products

MADM Multi-Attribute Decision-Making

MECO Materials, Energy, Chemicals and Others

MET Materials, Energy, and Toxicity

MIPS Material Input Per Service Unit

MSPD Method for Sustainable Product Development

PDMA Product Development and Management Association

PDP Processo de Desenvolvimento de Produtos

PEP Planejamento Estratégico de Produtos

PIQET Packaging Impact Quick Evaluation Tool

POS Product Object Summary

QFD Quality Function Deployment

QFDE Quality Function Deployment for Environment

SAW Simple Additive Weighting

SGA Sistema de Gestão Ambiental

SGI Sistema de Gestão Integrada

SPSD Sustainable Product and Service Development

SSCs Sistemas, Sub-sistemas e Componentes

WCED World Commission on Environment and Development

WEEE Waste Electrical and Electronic Equipment Directive

## ##SUMÁRIO

FOLHA DE APROVAÇÃO .....	4
DEDICATÓRIA .....	6
AGRADECIMENTOS.....	8
EPÍGRAFE.....	10
RESUMO .....	11
ABSTRACT.....	14
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	16
LISTA DE TABELAS.....	18
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	20
1 INTRODUÇÃO.....	27
1.1 Contextualização do trabalho .....	27
1.2 Objetivo do trabalho e perguntas da pesquisa .....	31
1.3 Justificativas para a realização do trabalho.....	33
1.4 Estrutura do trabalho .....	33
2 Metodo de pesquisa.....	35
2.1 Escolha do método científico.....	35
2.2 Classificação da pesquisa e instrumentos de coleta de dados .....	37
2.3 Etapas da pesquisa.....	40
2.3.1 Etapa 1: revisão bibliográfica.....	40
2.3.2 Etapa 2: integração de práticas de ecodesign ao modelo unificado	
40	
2.3.3 Etapa 3: estudo de caso .....	41
2.3.4 Etapa 4: conclusões e sugestões para trabalhos futuros .....	51

3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	52
3.1	Ecodesign.....	52
3.1.1	Contexto histórico e definições.....	52
3.1.2	Motivadores para adoção.....	57
3.1.3	Ecodesign e desenvolvimento de produtos sustentáveis.....	59
3.1.4	Classificação das pesquisas em ecodesign.....	62
3.1.5	Práticas de ecodesign.....	63
3.2	O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP).....	92
3.2.1	Evolução das abordagens do PDP.....	92
3.2.2	Modelos de gestão para o PDP.....	94
3.2.3	O Modelo Unificado.....	97
3.3	Integração do ecodesign ao PDP.....	108
3.3.1	Fatores de sucesso e barreiras.....	108
3.3.2	Propostas para integração do ecodesign ao PDP.....	117
3.3.3	Conclções sobre a integração do ecodesign ao PDP.....	125
4	Integrando o ecodesign ao modelo unificado.....	128
4.1	Considerações iniciais.....	128
4.1.1	Justificativas para a escolha do Modelo Unificado.....	128
4.1.2	Escopo da integração.....	131
4.1.3	Dimensões do Modelo Unificado consideradas na integração.....	132
4.1.4	A integração na dimensão das atividades.....	133
4.2	Integração às atividades genéricas.....	136
4.3	Integração à macrofase de pré-desenvolvimento.....	137
4.3.1	Integração ao Planejamento Estratégico de Produtos (PEP).....	138
4.3.2	Integração ao Planejamento do Projeto.....	149

4.4	Integração à macrofase de desenvolvimento.....	155
4.4.1	Integração ao Projeto Informacional.....	156
4.4.2	Integração ao Projeto Conceitual .....	161
4.4.3	Integração ao Projeto Detalhado.....	170
5	Estudo de caso: execução, avaliação dos resultados e conclusões.....	179
5.1	Execução do estudo de caso .....	180
5.1.1	Análise documental .....	180
5.1.2	Realização de entrevistas com uso de roteiros .....	181
5.1.3	Apresentação dos resultados e aplicação de questionário.....	182
5.2	Avaliação dos resultados do estudo de caso .....	183
5.2.1	Resultados das análises documentais .....	183
5.2.2	Resultados das entrevistas.....	185
5.2.3	Resultados da aplicação do questionário .....	192
5.3	Conclusões sobre o estudo de caso.....	193
6	Conclusões finais e sugestões para trabalhos futuros.....	195
7	Referências bibliográficas .....	198
8	Apêndices .....	204
9	Anexos.....	211



## **1 INTRODUÇÃO**

Este capítulo se inicia abordando o contexto no qual esta pesquisa está inserida (abordando a relação entre produtos, impactos ambientais e ecodesign) e descrevendo a lacuna encontrada nas pesquisas em ecodesign.

A segunda parte desse capítulo os objetivos do trabalho (e seu desdobramento nas perguntas da pesquisa) são definidos.

As justificativas para a realização do trabalho são apresentadas na terceira parte desse capítulo.

Por fim, apresenta-se a forma como esse documento foi organizado, ou seja, a estrutura do trabalho.

### **1.1 Contextualização do trabalho**

Tido como um dos principais elementos propulsores da competitividade industrial, a inovação relaciona-se à inovação em produtos, processos (produtivos ou não), marketing e na organização, sendo a inovação em produtos associada à criação de valor por meio do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP).

Embora os produtos (e serviços) resultantes do processo de inovação guardem estreita relação com a qualidade de vida que usufruímos, as crescentes taxas com que são produzidos e consumidos causam a maior parte da poluição e esgotamento dos recursos naturais causados pela humanidade (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2001), o que coloca em risco não somente o sistema econômico (que é um dos subsistemas de nosso planeta, relacionado às atividades antrópicas), mas também inúmeras formas de vida conhecidas na Terra.

Nesse contexto, e em linha com o conceito do desenvolvimento sustentável, a criação de valor por meio do PDP deve considerar o desenvolvimento de produtos

ecoeficientes, que são produtos competitivos, com alto valor agregado e que causam menos impactos ambientais quando comparados com produtos tradicionais em uso.

Como o impacto ambiental<sup>1</sup> de um produto é determinado pela soma dos impactos ambientais observados ao longo das fases de seu ciclo de vida (NIELSEN; WENZEL, 2001; BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002) e é determinado em sua maioria nas fases iniciais de seu processo de desenvolvimento (GRAEDEL; ALLENBY, 1995), a redução dos impactos ambientais causados pelos produtos passa necessariamente pela consideração dos impactos por eles causados ainda durante as fases iniciais de seu processo de desenvolvimento.

O ecodesign visa desenvolver produtos ecoeficientes e implica na introdução sistemática de requisitos ambientais às fases iniciais do PDP sem comprometer, no entanto, critérios clássicos tido como fatores de sucesso comercial dos produtos como preço, tempo de desenvolvimento, qualidade, custo, segurança e estética. O ecodesign pode ser encarado tanto como uma abordagem de PDP que se alinha ao conceito do desenvolvimento sustentável como uma estratégia pró-ativa de gestão ambiental de empresas que integra as funções gestão ambiental e desenvolvimento de produtos em uma visão holística sobre os impactos ambientais causados ao longo das fases do ciclo de vida de um produto (MAXWELL; VAN DER VORST, 2003, BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006; LUTTROPP; LAGERSTEDT, 2006; GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006, pg.18, GUELERE FILHO; PIGOSSO, 2008, pg.160 ).

---

<sup>1</sup> Segundo a ABNT NBR ISO 14001:2004, impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização”. É importante destacar a relação de causa-efeito existente entre aspectos e impactos ambientais.

Segundo BAKSHI; FIKSEL, 2003, a prática de ecodesign é mais comum entre empresas que já reconheceram a responsabilidade ambiental como elemento vital de sucesso no longo prazo, pois promove vantagens como melhoria da reputação, menor geração de resíduos, redução dos custos diretos (matérias-primas e insumos) e indiretos (custo de tratamento e disposição de resíduos), diminuição dos riscos, geração de inovações em produtos e atração de novos consumidores. No entanto, são poucas ainda as empresas que percebem esse diferencial de competitividade e os benefícios comerciais da introdução do ecodesign ao PDP, sendo que a maioria dos executivos enxerga ainda os desafios derivados do conceito de desenvolvimento sustentável (dentre os quais, a redução do impacto ambiental causados pelos produtos) como um mal necessário que envolve regulações, custos e responsabilidades onerosas (AUSEN, 2002; HART; MILSTEIN, 2004).

Deve-se ressaltar que, uma vez que reduções de impactos ambientais relacionados aos produtos somente serão alcançadas se produtos que causem menos impactos ambientais forem bem sucedidos comercialmente, substituindo assim produtos atualmente disponíveis no mercado (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING; 2004), é importante que a adoção do ecodesign seja feita sem comprometer critérios essenciais ao sucesso comercial dos produtos, tais como desempenho, funcionalidades, segurança, estética, qualidade, tempo de desenvolvimento (*time to market*) e custo.

A maior parte das pesquisas em ecodesign concentra-se no desenvolvimento de novos métodos e ferramentas em detrimento à avaliação e aperfeiçoamento daqueles existentes e sua inserção no contexto do desenvolvimento de produtos (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002). Dessa forma, os profissionais diretamente envolvidos com ecodesign tendem a ver o sucesso de suas atividades como função

única do uso de métodos e ferramentas de ecodesign, desconsiderando o PDP como um processo de negócio crucial para a competitividade da empresa (MAGNUSSON, 2000 p.132; AUSEN, 2002; JOHANSSON, 2006). Como consequência, a visão de PDP inerente às pesquisas em ecodesign é limitada, pois usualmente aborda exclusivamente os impactos ambientais enquanto outros aspectos do desenvolvimento do produto são omitidos ou apenas brevemente discutidos (MAGNUSSON, 2000, p.132).

Essa visão limitada sobre o que venha a ser o PDP faz com que esse conceito não esteja integrado de forma sistemática a esse processo de negócio na maioria das empresas, não permeando, assim, as práticas, atividades e tarefas empreendidas regularmente pelas equipes de desenvolvimento de produtos (JOHANSSON, 2006, FITZGERALD, et al 2006, pg. 2). Assim, para que o ecodesign seja adotado por um número maior de empresas, é preciso que as pesquisas nessa área sejam orientadas a uma visão do PDP como processo de negócio, o que aproximaria esse conceito das pesquisas realizadas na área do desenvolvimento do produto facilitando sua integração no PDP das empresas. Ainda, como os fatores de sucesso para a integração do ecodesign ao PDP são, em sua grande maioria, os mesmos fatores de sucesso do PDP como um todo, empresas que gerenciam bem o seu processo de desenvolvimento de produtos têm maiores chances de serem bem sucedidas na integração do ecodesign (JOHANSSON, 2002).

Pelo lado da gestão do PDP, a visão de processo de negócio é predominante, sendo que dentre as melhores práticas empreendidas pelas empresas está a adoção de modelos de referência para a estruturação e gestão desse processo de negócio (ROZENFELD et al, 2006; GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006, pg. 163).

Ao fazer uso de um modelo de referência, uma empresa define o processo padrão que guiará os projetos de desenvolvimentos de produtos construindo, assim, uma linguagem comum e a garantia de que certas práticas, métodos e ferramentas, serão aplicados em todos os projetos de desenvolvimento (ROZENFELD et al, 2006).

O que se observa atualmente é que o ecodesign não está integrado ao processo padrão de desenvolvimento de produtos da maioria das empresas, caracterizando uma lacuna nessa área de pesquisa.

Essa lacuna define o problema da pesquisa de que trata esse trabalho, qual seja, a não integração do ecodesign ao processo padrão de desenvolvimento de produtos da maioria das empresas.

## **1.2 Objetivo do trabalho e perguntas da pesquisa**

O objetivo geral desse trabalho (definido em função do problema da pesquisa de que trata esse trabalho) é propor um modelo genérico para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos que contemple o ecodesign.

Esse modelo foi construído por meio da integração de práticas de ecodesign ao Modelo Unificado para a gestão do PDP proposta por ROZENFELD et al, 2006.

Quanto à sua utilidade, pode ser útil a empresas interessadas:

- Na construção de processo padrão de desenvolvimento de produtos que contemple ecodesign;
- Na realização de benchmark de sua referência para desenvolvimento de produtos (processo padrão) em relação a práticas de ecodesign.

Dessa forma, para a consecução desse objetivo, as seguintes perguntas de pesquisa foram definidas:

- Quais são as práticas de ecodesign existentes?

- Como podem ser integradas ao Modelo Unificado?
- O modelo resultante da integração de práticas de ecodesign ao Modelo Unificado pode auxiliar uma empresa a realizar um benchmark de seu modelo padrão de desenvolvimento de produtos?

Como será mostrado posteriormente, um estudo de caso foi conduzido para verificar a utilidade do modelo proposto para a realização de benchmark.

O presente trabalho foi conduzido junto aos grupos de pesquisa de Engenharia Integrada e de Integração e de Engenharia do Ciclo de Vida, ambos grupos de pesquisa do Núcleo de Manufatura Avançada.

Ainda, esse foi desenvolvido no âmbito da linha de pesquisa em Gestão de Projetos e Desenvolvimento de Produtos da área de concentração em Processos e Gestão de Operações do Programa de Pós-graduação do Departamento de Engenharia de Produção (SEP) da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP).

A Figura 1 mostra como se deu a construção do modelo bem como sua validação pelo estudo de caso.

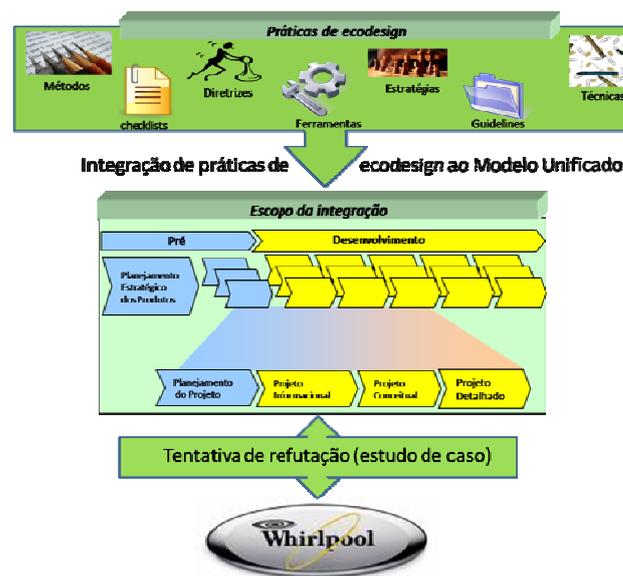


Figura 1: Concepção desse trabalho

### **1.3 Justificativas para a realização do trabalho**

Ao se inserir práticas de ecodesign ao processo padrão de desenvolvimento de produtos de uma empresa, pode-se garantir que os projetos de desenvolvimento contemplem de forma sistemática a redução dos impactos ambientais, ao mesmo tempo que apresentem boas chances de sucesso comercial.

E uma vez que um modelo padrão pode ser construído tendo-se como referência um modelo genérico adaptado para a realidade particular da empresa, o desenvolvimento de um modelo genérico que contemple práticas de ecodesign pode auxiliar empresas no desenvolvimento de um processo padrão de desenvolvimento de produtos que contemple ecodesign.

Ainda, para o caso de empresas que já possuem processo padrão definido, o modelo aqui proposto pode auxiliar na realização de benchmarking de práticas de ecodesign.

### **1.4 Estrutura do trabalho**

Para a consecução de forma consistente e estruturada do objetivo acima descrito, este trabalho foi dividido da seguinte forma:

- Capítulo 1: apresenta o contexto em que esta pesquisa foi desenvolvida, o problema da pesquisa, o objetivo e as perguntas da pesquisa, as justificativas para sua execução e a forma como foi estruturado;
- Capítulo 2: aborda a fundamentação científica da pesquisa, apresentando as soluções e instrumentos metodológicos adotados;
- Capítulo 3: traz a revisão bibliográfica, onde são apresentados e discutidos os conceitos-chaves utilizados na pesquisa: ecodesign, PDP e integração entre ecodesign e PDP;

- Capítulo 4: descreve o procedimento de integração de práticas de ecodesign ao Modelo Unificado para a gestão do PDP proposta por ROZENFELD et al, 2006;
- Capítulo 5: dedica-se ao estudo de caso;
- Capítulo 6: traz as conclusões finais do trabalho bem como sugestões para trabalhos futuros
- Capítulo 7: trata das referências bibliográficas utilizadas nesta pesquisa;
- Capítulo 8: dedica-se a apresentar os apêndices do trabalho;
- Capítulo 9: traz os anexos do trabalho

## **2 Metodo de pesquisa**

Esse capítulo apresenta o embasamento metodológico utilizado neste trabalho.

Dessa forma, inicialmente apresenta-se e justifica-se a escolha do método hipotético-dedutivo, ao que se segue a apresentação da classificação da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados utilizados.

Por fim, são apresentadas as etapas segundo as quais a pesquisa foi desenvolvida (revisão bibliográfica, integração de práticas de ecodesign ao modelo unificado e estudo de caso).

Ao se apresentar a etapa do estudo de caso, mostra-se também o embasamento teórico adotado, dividido em: elaboração do protocolo do estudo de caso, definição da empresa e da unidade de análise e planejamento do estudo de caso.

### **2.1 Escolha do método científico**

Método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que fornecem as bases lógicas por meio das quais os objetivos de uma pesquisa são atingidos (GIL, 1999; MARCONI; LAKATOS, 2004; SILVA; MENEZES, 2005). Dessa forma, após a identificação do objetivo do trabalho, deve-se definir qual o método científico guiará sua execução.

Segundo SILVA; MENEZES, 2005, os métodos científicos existentes são:

- Método dedutivo: baseado na construção lógica conhecida como silogismo, esse método parte de duas premissas e, por intermédio de uma cadeia de raciocínio em ordem descendente (do geral para o particular) chega a uma terceira premissa logicamente decorrente das duas primeiras e denominada conclusão.

- Método indutivo: o raciocínio implícito a esse método segue o caminho inverso ao dedutivo, pois, partindo-se de constatações particulares advindas da observação de casos da realidade concreta (específico) elaboram-se generalizações;
- Método hipotético-dedutivo: hipóteses para a resolução do problema da pesquisa são propostas e busca-se refutá-las como forma de chegar à solução;
- Método dialético: o raciocínio empregado nesse método é o da negação da negação, sendo que parte dos fatos para interpretar a realidade na busca por soluções;
- Método fenomenológico: não é dedutivo nem indutivo, preocupando-se com a descrição direta da experiência tal como ela é apregoando que existem tantas realidades quantas forem as suas interpretações e comunicações.

Nesse trabalho, práticas de ecodesign foram integradas ao Modelo Unificado, sendo o modelo resultante dessa integração apresentado como a solução do problema de pesquisa. Essa solução é claramente uma hipótese (hipótese da pesquisa) e deverá ser testada quanto a sua validade.

Dessa forma, o método hipotético-dedutivo é o mais apropriado para se atingir o objetivo da pesquisa, uma vez que o modelo de referência proposto é, na verdade, uma hipótese deduzida a qual deverá ser testada (tentativa de refutar).

A Figura 2 ilustra as etapas do método hipotético-dedutivo (MARCONI; LAKATOS, 2004).

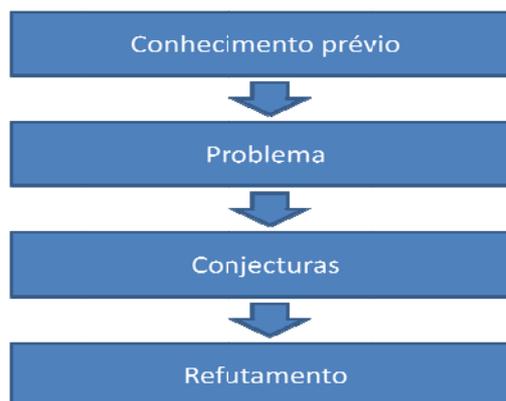


Figura 2: Método hipotético-dedutivo (MARCONI; LACATOS, 2004).

## 2.2 Classificação da pesquisa e instrumentos de coleta de dados

Segundo SILVA; MENEZES, 2005, as pesquisas podem ser classificadas quanto à sua natureza, forma de abordagem, objetivos e procedimentos técnicos utilizados.

Quanto à natureza, segundo SILVA; MENEZES, 2005, uma pesquisa pode ser classificada como básica ou aplicada. A pesquisa básica visa gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista, envolvendo verdades e interesses universais, enquanto que a aplicada visa gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida a solução de problemas específicos, envolve verdades e interesses locais.

Como esta pesquisa está inserida na área de gestão de operações, que tem como objetivo a geração de conhecimento para as áreas acadêmica e empresarial e como busca resolver um problema encontrado no mundo real (KARLSSON, 2009), é caracterizada como pesquisa aplicada.

Quanto à forma de abordagem do problema, SILVA; MENEZES classificam as pesquisas em qualitativas e quantitativas. Em uma pesquisa quantitativa considera-se que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las, requerendo o uso de recursos e de

técnicas estatísticas. Já a pesquisa qualitativa adota a interpretação subjetiva dos fenômenos e a atribuição dos significados como estratégia de análise dos resultados obtidos em detrimento ao emprego de técnicas estatísticas. Quanto a esse critério, esta pesquisa é qualitativa devido ao caráter subjetivo associado à atribuição de significados empreendida pelo autor quando da análise dos resultados obtidos.

O terceiro critério proposto por SILVA; MENEZES, 2005, classifica as pesquisas segundo seus objetivos.

A natureza do objetivo de uma pesquisa varia de acordo com a maturidade da área em estudo, sendo a fase inicial de desenvolvimento de uma área de conhecimento caracterizada por pesquisas exploratórias que vão resultar em conceitos, classificações e definições. Surgem então descrições do fenômeno com visões gerais de padrões e estruturas, caracterizando a fase descritiva da evolução da área de conhecimento. Os modelos analíticos que relacionam os componentes entre si serão então desenvolvidos, possibilitando também o desenvolvimento de modelos para a gestão do processo estudado, sendo esse nível de maturidade da área de conhecimento denominado prescritivo, à medida que prescreve novos modelos para a explicação do fenômeno. O próximo passo está relacionado à realização de estudos normativos para entender as relações causais, tornando possível a previsão dos efeitos de diferentes ações/medidas e podendo ter como resultados manuais com listas de verificação e outros tipos de ferramentas para a implementação na prática (KARLSSON, 2009).

Nesse contexto o objetivo desse trabalho é prescritivo, à medida que propõe um modelo de referência genérico com prescrições de práticas de ecodesign integradas a práticas de gestão do PDP. Dessa forma, essa pesquisa é classificada como prescritiva quanto ao seu objetivo.

Por fim, o último critério definido por SILVA; MENEZES, 2005 classifica as pesquisas quanto aos procedimentos técnicos utilizados, que nesse caso foram: revisão bibliográfica e estudo de caso.

A Tabela 1 resume a classificação desta pesquisa.

Tabela 1: Classificação da pesquisa

<b>Critério utilizado</b>	<b>Classificação</b>
Quanto à natureza da pesquisa	Aplicada
Quanto à abordagem empregada	Qualitativa
Quanto ao objetivo pretendido	Prescritiva
Quanto aos procedimentos técnicos utilizados	Revisão bibliográfica
	Estudo de caso

O último passo na definição da metodologia de pesquisa é a definição dos instrumentos de coleta de dados, que são as ferramentas utilizadas pelo pesquisador na elaboração de seu trabalho.

Entre os instrumentos usualmente empregados em função do método e das classificações adotadas neste trabalho estão: diário de bordo, entrevistas, questionários, observações e análise documental.

Dentre esses, os pertinentes à consecução do objetivo deste trabalho são: análise documental, entrevistas, questionários e diário de bordo.

Esses instrumentos são abordados em detalhes no âmbito do estudo de caso.

## 2.3 Etapas da pesquisa

A partir da escolha do método científico, definiram-se as etapas por meio das quais o trabalho seria executado, etapas essas que guardam estreita ligação com o método científico adotado. Foram definidas quatro etapas para a pesquisa, mostradas na Figura 3.

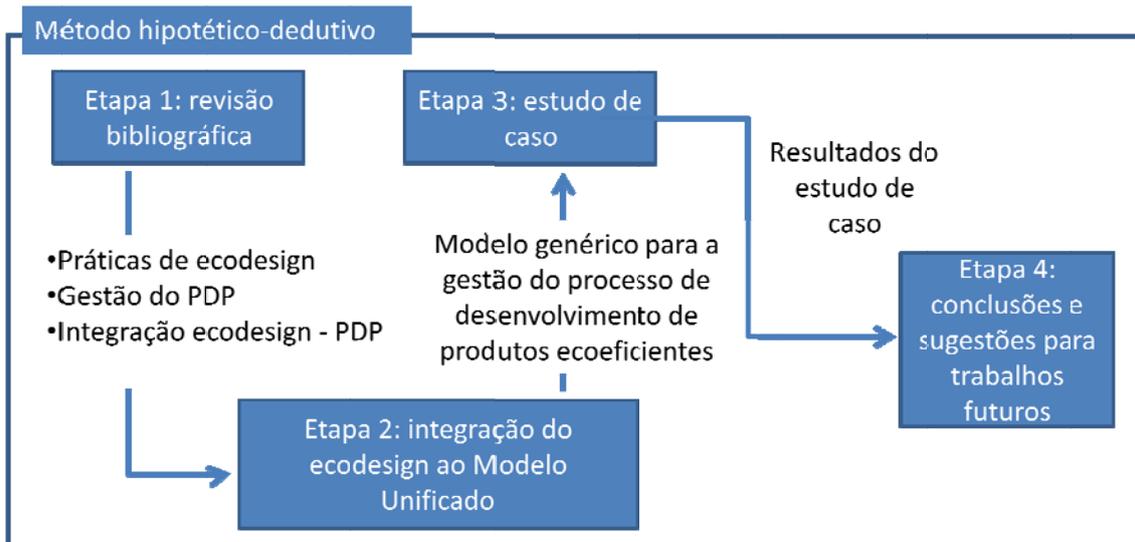


Figura 3: Etapas da pesquisa.

A seguir essas etapas são detalhadas.

### 2.3.1 Etapa 1: revisão bibliográfica

Nessa etapa foi levantado o conhecimento existente (conhecimento prévio) sobre os temas-chaves da pesquisa: ecodesign, PDP e a integração entre ecodesign e PDP.

Os resultados dessa etapa são apresentados no capítulo x.

### 2.3.2 Etapa 2: integração de práticas de ecodesign ao modelo unificado

A 2ª etapa consistiu na integração de práticas de ecodesign ao Modelo unificado gerando, assim, um modelo de referência genérico para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos ecoeficientes.

Esse modelo se constitui na hipótese da pesquisa, a qual deverá ser testada.

Os resultados dessa etapa são apresentados no capítulo x.

### **2.3.3 Etapa 3: estudo de caso**

Nessa etapa, a tentativa de falsear a hipótese da pesquisa será conduzida por meio da realização de um estudo de caso.

O embasamento teórico adotado para a realização do estudo de caso é aquele proposto por VOSS et al, 2002 e por YIN, 2005. Com base nessas referências, foram definidas as seguintes atividades a serem realizadas durante essa etapa.

- Atividade 1: elaboração do protocolo do estudo de caso
  - São definidos requisitos para a escolha da empresa onde o estudo de caso será realizado bem como a participação do pesquisador é planejada;
- Atividade 2: definição da empresa e da unidade de análise
  - Com base nos requisitos definidos anteriormente, escolhe-se a empresa objeto do estudo de caso e defini-se qual a unidade de análise, pois assim é possível controlar as variáveis que afetam os resultados;
- Atividade 3: Planejamento do estudo de caso
  - Define-se como será a participação dos colaboradores da empresa envolvidos bem como é planejada a execução do estudo de caso, definindo a duração das fases empreendidas durante a execução;
- Atividade 4: execução do estudo de caso
  - A execução do estudo de caso segue o planejamento feito e é feita em função da participação do pesquisador e deve estar alinhada com o uso dos instrumentos de coleta de dados a serem

utilizados no estudo de caso. Nessa atividade os resultados são documentados e os acontecimentos considerados relevantes pelo pesquisador são anotados em um diário de bordo;

- Atividade 5: avaliação dos resultados do estudo de caso
  - É feita em função dos resultados gerados pelos instrumentos de coleta de dados utilizados no estudo de caso. Dessa forma, são avaliados resultados advindos da análise documental e dos questionários bem como dos registros feitos no diário. De posse desses resultados, o pesquisador conclui sobre a hipótese da pesquisa.
- Atividade 6: conclusões sobre o estudo de caso
  - De posse das avaliações feitas anteriormente, o pesquisador conclui sobre a hipótese da pesquisa.

A seguir as atividades de 1 a 3 são detalhadas.

As atividades 4 (Execução do estudo de caso), 5 (Avaliação dos resultados do estudo de caso) e 6 (Conclusões sobre o estudo de caso) são detalhadas no capítulo x

#### 2.3.3.1 Atividade 1: elaboração do protocolo do estudo de caso

É preciso definir, antes do início das atividades do estudo de caso, quais são os requisitos para escolha da empresa bem como planejar a forma como o pesquisador participará. Essas definições constituem o protocolo do estudo de caso, o qual é apresentado a seguir.

##### **Definição dos requisitos para escolha da empresa**

Para a escolha da empresa para a realização do estudo de caso, os seguintes critérios foram definidos em consonância com os objetivos do trabalho:

- A empresa deve ter um processo de desenvolvimento de produtos estruturado, ou seja, um processo padrão;
- O processo padrão da empresa deve considerar aspectos ambientais;
- A empresa deve ter profissionais dedicados ao tema do ecodesign;
- A empresa deve estar interessada no estabelecimento de uma parceria do tipo universidade-empresa e aceitar a divulgação pública dos resultados obtidos mediante assinatura de acordo de confidencialidade entre a empresa e o pesquisador<sup>2</sup>;
- A empresa deve estar situada na Região de São Carlos.

### **Participação do pesquisador no estudo de caso**

A participação do pesquisador foi definida de forma a garantir confiabilidade na elaboração da conclusão sobre a hipótese da pesquisa.

Dessa forma, o pesquisador atuou ativamente na geração dos resultados aplicando os instrumentos de coleta de dados definidos para o estudo de caso.

Por fim, a participação do pesquisador se deu como foi planejada a execução do estudo de caso, tendo sido definida de forma interativa em relação às fases de execução do estudo de caso.

#### **2.3.3.2 Atividade 2: definição da empresa e da unidade de análise**

Em função dos requisitos acima descritos, a empresa escolhida foi a Whirlpool SA – Unidade de Eletrodomésticos de Rio Claro.

Essa unidade é responsável pela produção de lavadoras de roupas e de louças das marcas Brastemp e Consul (assim como outras marcas da empresa comercializadas fora do Brasil) e abriga desde 2008 o Centro de Tecnologia de

---

<sup>2</sup> Vide Anexo 4

Lavanderia (CTL), que é o centro de competência da Whirlpool Corporation para projetos de lavadoras de roupas para o Brasil, México, China e Índia.

Esse centro é o responsável pelo desenvolvimento de produtos dessa unidade.

A Unidade de Eletrodomésticos de Rio Claro é certificada pelo Sistema de Gestão Integrada (SGI), que a credencia com a ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001, normas que tratam, respectivamente, da gestão da Qualidade, do Meio Ambiente e da Saúde e Segurança.

Quanto à unidade de análise, foi definido, inicialmente, o processo padrão de desenvolvimento de produtos da empresa, conhecido como *Consumer to Consumer* (C2C), esse processo é dividido em três fases, a saber <sup>3</sup>:

- Concepção do produto: visa alinhar os benefícios ao consumidor às oportunidades de negócio, avaliar as opções de conceitos de produto e refinar o conceito escolhido e congelar os requisitos do produto (estéticos e funcionais);
- Conversão do produto: essa fase visa desenvolver e projetar produto e processos usando ferramentas adequadas, obter alinhamento sobre a estratégia de lançamento mercadológico e fechar o “business case”;
- Execução do produto: objetiva confirmar a prontidão para o lançamento comercial, executar a produção piloto (e pré-piloto, quando houver) em preparação para a produção no seu volume total, produzir, Lançar e acompanhar o desempenho do produto no mercado e internamente.

---

<sup>3</sup> As descrições das fases aqui apresentadas foram extraídas da documentação fornecida pela Whirlpool a qual, por razões de sigilo industrial, e em consonância com o contrato de confidencialidade assinado pelo pesquisador, não foram mostradas neste documento

A Figura 4 mostra as atividades (enumeradas de 1 a 25) compreendidas pelo C2C.

Figura 4: Atividades do C2C. WHIRLPOOL, 2009.

Essas três fases são precedidas pelo *Fuzzy Front End* (FFE) da empresa, responsável pela estratégia de negócio e do portfólio de produtos e parte do processo de inovação da Whirlpool.

A Figura 5 mostra as fases do FFE

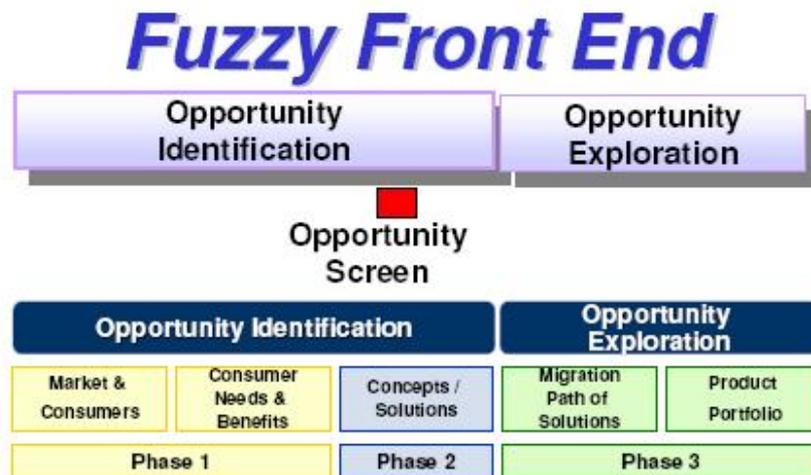


Figura 5: Fases do FFE. WHIRLPOOL, 2009

Como se pode inferir pela Figura 4, o FFE é composto de 3 fases, a saber:

- Fase 1: as informações sobre concorrentes e consumidores são reunidas, a partir do que são geradas idéias de novos produtos baseadas em s necessidades identificadas e também em benefícios que esse produtos possam vir a proporcionar para o consumidor. Essas idéias são então descritas de maneira bastante superficial.
- Fase 2: nessa fase as idéias anteriormente geradas são detalhadas, onde se inclui os primeiros desenhos dos produtos (*preliminary rendering*) feitos pelos designers industriais. As idéias assim detalhadas são avaliadas sucessivamente até gerarem uma lista de idéias selecionadas e o portfólio preliminar de produtos. Nas avaliações feitas nessa fase, destaca-se a participação das áreas de tecnologia da empresa, as quais fazem uma descrição preliminar de como as tecnologias a serem utilizadas seriam desenvolvidas ou empregadas;
- Fase 3: as idéias preliminarmente avaliadas tem sua avaliação completada nessa fase. As idéias escolhidas são transformadas em projetos de desenvolvimento para os quais estimativas de custo e tempo

de desenvolvimento são feitas. Os resultados dessa fase são a POS dos projetos e o portfólio de produtos.

A Figura 6 mostra a relação entre o FFE e o C2C bem como as fases e os *gates* do C2C.

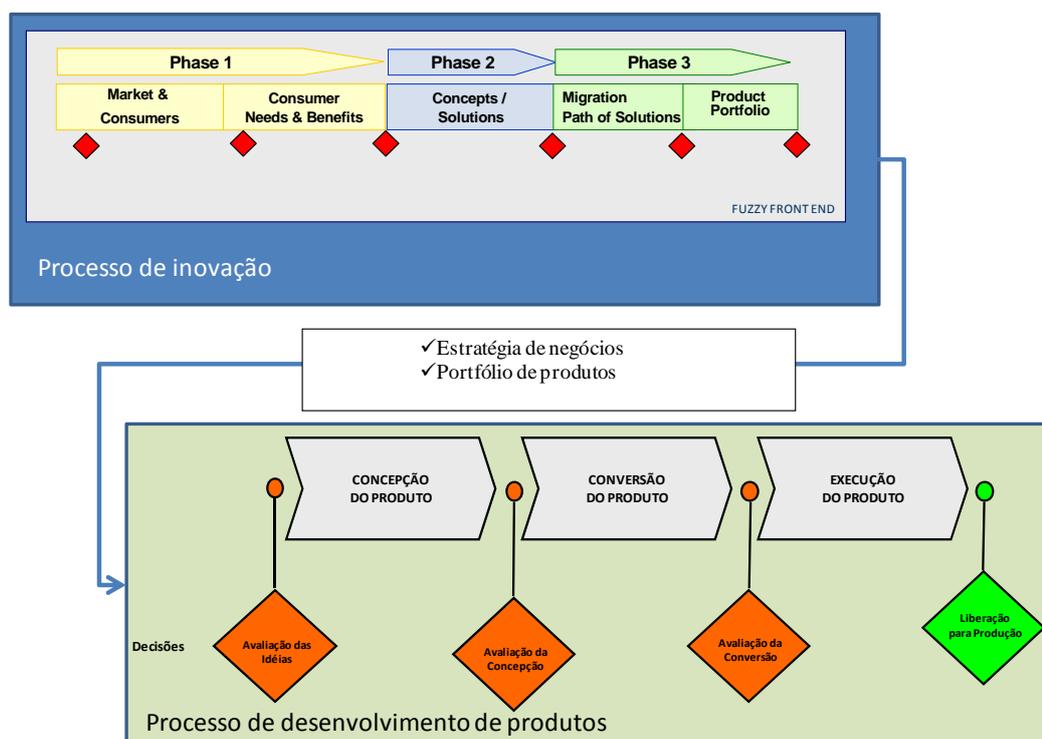


Figura 6: Relação entre o FFE e o C2C. WHIRLPOOL, 2009.

Devido à importância das atividades de pré-desenvolvimento para o sucesso do ecodesign, o FFE foi também incluído na unidade de análise.

De forma complementar, foi feita também análise documental de parte de um projeto de uma lavadora de roupa que “...foi lançada ano passado e que ganhou vários prêmios de apelo ambiental<sup>4</sup>”.

Essa lavadora de roupa foi um dos produtos resultantes do que internamente a empresa denominou de Projeto Goya.

<sup>4</sup> Passagem extraída de comunicação via mensagem eletrônica com o responsável por ecodesign da empresa objeto do estudo de caso

A parte analisada do Projeto Goya foi a *Product Object Summary* (POS). Esse documento é a principal saída do FFE e consiste na minuta do projeto. O desenvolvimento de produto em si inicia-se com a “entrada” da POS no C2C.

Deve-se ressaltar que, devido às limitações impostas pelo contrato de confidencialidade, tanto o FFE como o C2C não serão apresentados em detalhes.

### 2.3.3.3 Atividade 3: Planejamento do estudo de caso

Foram realizadas duas visitas à empresa para apresentar a proposta do estudo de caso. Na primeira delas, além do pesquisador, participou o responsável por ecodesign da empresa. Nessa oportunidade, o pesquisador esclareceu o objetivo de sua atuação junto à empresa e apresentou o planejamento inicial para o estudo de caso. Esse planejamento foi então consolidado com responsável pelo ecodesign da empresa.

Na segunda visita, o planejamento consolidado previamente foi apresentado ao gerente do Centro de Tecnologia de Lavanderia (CTL), o qual questionou quais benefícios para a empresa seriam gerados pelo estudo de caso. Dessa forma, e em linha com o objetivo deste trabalho, definiu-se que o benefício para a empresa seria conhecer qual a situação do C2C perante as práticas de ecodesign propostas nesse trabalho, ou seja, fazer um benchmarking de seu processo padrão em relação à práticas de ecodesign.

Ainda, como resultado desse benchmark, o pesquisador apresentaria uma proposta para a inserção do ecodesign ao C2C, tendo como base o modelo aqui proposto.

Ficou ainda decidido que os resultados desse benchmarking seriam apresentados por meio de um *workshop*, o qual marcaria o término do estudo de

caso. Após alguns esclarecimentos de natureza operacional, o gerente do CTL concordou em receber o pesquisador para a realização do estudo de caso.

Quanto aos colaboradores da Whirlpool, além do gerente do CTL e do responsável por ecodesign da empresa, foram envolvidos os seguintes colaboradores:

- Líder do Projeto Goya<sup>5</sup>;
- Líder técnico do Projeto Goya;
- Representante de EHS (*Environmental, Health and Safety*) da Planta de Rio Claro;
- Responsável pelo C2C no Brasil (*C2C Champion*);
- Responsável pelo FFE (*Fuzzy Front End*) no Brasil.

A definição desses participantes foi feita em conjunto com o representante de ecodesign da empresa.

Nesse contexto, e visando a estruturação da geração dos resultados que embasariam as conclusões sobre a hipótese da pesquisa, o estudo de caso foi planejado para acontecer segundo as seguintes fases:

- Fase 1: análise documental
  - Tanto o C2C como o FFE foram analisados em detalhes visando inferir sobre a presença de tarefas de ecodesign e, em caso positivo, avaliar a semelhança das tarefas existentes com aquelas propostas nesse trabalho. Com relação à POS da lavadora de roupas escolhida como objeto de estudo, o objetivo foi avaliar se continha instruções específicas sobre o desempenho ambiental

---

<sup>5</sup> Esse projeto gerou uma linha de produtos que, segundo a empresa, leva em consideração aspectos ambientais

esperado para o produto que seria desenvolvido a partir das informações nela contidas.

- Fase 2: realização de entrevistas com uso de roteiros
  - De forma a complementar as análises feitas na Fase 1, os participantes foram entrevistados com vistas a aferir quanto à execução das tarefas de ecodesign (tanto aquelas encontradas no C2C e/ou FFE como as aqui propostas), seus conhecimentos sobre as treze ferramentas de ecodesign mais citadas na revisão bibliográfica e também como o ecodesign é tratado no âmbito na inovação da empresa;
- Fase 3: apresentação dos resultados da análise documental e aplicação de questionário para avaliar a percepção dos participantes no tocante ao modelo proposto
  - Realizado após o término das fases 1 e 2, nessa fase os resultados anteriormente gerados foram apresentados. Ainda, o modelo aqui proposto foi apresentado em detalhes e foi solicitado que os participantes preenchessem um questionário cujo objetivo era inferir sobre a validade do modelo enquanto referência para a realização de benchmark de práticas de ecodesign.

A Fase 1 e 2 foi denominada de diagnóstico, sendo os resultados apresentados na Fase 3.

Definidos todos esses elementos, foi realizado um *workshop* para apresentar os objetivos do estudo de caso, as fases que o comporiam, os instrumentos a serem utilizados as pessoas envolvidas e o cronograma de execução do estudo de caso.

O último passo antes do início das atividades marcou a assinatura do contrato de confidencialidade, o qual é mostrado no ANEXO X

#### **2.3.4 Etapa 4: conclusões e sugestões para trabalhos futuros**

Trata da finalização do conteúdo do trabalho, apresentando as conclusões a que se pôde chegar, sugestões para trabalhos futuros (elaboradas a partir de limitações deste trabalho), avaliação crítica do uso do método científico adotado e também de *insights* sobre possíveis temas de pesquisa na área de ecodesign e PDP.

Os resultados dessa etapa são apresentados no capítulo x.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Nesse capítulo são apresentados e discutidos os conceitos-chaves utilizados na pesquisa: ecodesign, PDP e integração entre ecodesign e PDP.

#### **3.1 Ecodesign**

##### **3.1.1 Contexto histórico e definições**

Antes do surgimento das leis ambientais, o meio físico (ar, água e solo) era encarado como sendo livre e disponível para receber os resíduos advindos das atividades humanas (antrópicas). Nessa época, as abordagens de gestão ambiental inexistiam, sendo a postura adotada pelas empresas caracterizadas pela omissão, uma vez que se limitava a diluir e dispersar os poluentes gerados (BULCHHOLZ, 1998).

As primeiras leis que visavam enfrentar a temática da poluição surgiram em países industrializados a partir de meados do século vinte e focavam primordialmente o controle de emissões de poluentes, sendo, dessa forma, de caráter notadamente corretivo (SÁNCHEZ, 2001). Em reação aos padrões de emissão estabelecidos pelas leis ambientais, as empresas passaram a tratar e dispor seus resíduos em concordância com esses padrões, caracterizando a abordagem conhecida como fim-de-tubo.

Amplamente difundida entre as décadas de 70 e 80, essa abordagem implica na instalação de caros e sofisticados filtros em chaminés e a construção de volumosas estações de tratamento de resíduos líquidos, agregando, dessa forma, novos custos ao processo produtivo, o que redundava em aumento do custo final do produto (LEMOS, 2000). Sob o ponto de vista dos impactos ambientais, esse tipo de abordagem reativa não apresenta resultados satisfatórios, pois o que se verifica é a troca de um tipo de poluição por outra como (BARBIERI, 1997).

A década de 80, marco no aumento em escala planetária da consciência ambiental marca também substancial mudança no comportamento das empresas no tocante ao gerenciamento dos impactos ambientais causados pelas suas atividades. Como fruto do aumento da consciência ambiental dos cidadãos, as leis ambientais tornam-se mais rigorosas, tornando as tecnologias que suportavam a abordagem de “fim-de-tubo”<sup>6</sup> até então utilizadas insuficientes para atender aos padrões de emissão mais rigorosos, elevando ainda mais os custos associados ao tratamento dos resíduos. A essa altura, a visão que predominava entre as empresas era que conduzir seus negócios de forma ambientalmente consciente afetava negativamente o desempenho econômico, pois demandava maiores investimentos em produtos e processos.

No entanto, a partir de meados dessa década, os gastos com proteção ambiental começaram a ser vistos pelas empresas líderes não primordialmente como custos, mas sim como investimentos no futuro e, paradoxalmente, como vantagem competitiva (CALLENBACH et al, 1993). Além dos aspectos legais, essa mudança de atitude deve-se, também, à constatação dos reais custos associados à tradicional abordagem de fim-de-tubo. Por de trás dos custos usualmente contabilizados com tratamento e disposição, há custos relacionados (e não usualmente contabilizados) com, por exemplo, perda de matéria prima, água, energia, não conformidades legais e normativas e aqueles relacionados à imagem da empresa (BIERMA, 1998).

---

<sup>6</sup> Abordagem de gestão ambiental de empresas orientada à conformidade legal e cujas ações típicas envolvem tratamento e disposição dos dejetos industriais (resíduos sólidos, emissões gasosas e efluentes líquidos)

Sobre esse viés econômico, segundo dados do Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (UNEP), tipicamente, para cada dólar contabilizado com tratamento ou disposição de resíduos, há de dois a três outros dólares “escondidos” ou simplesmente ignorado, sendo essa constatação válida inclusive para grandes e bens gerenciadas empresas (UNEP, 2004).

É nesse contexto que algumas indústrias passaram a adotar, no final da década de 80, abordagens de gestão ambiental que visavam reduzir a quantidade de resíduos gerados por meio de técnicas de reutilização, reciclagem (interna ou externa ao processo) e recuperação de materiais, como ilustrado na Figura 7.

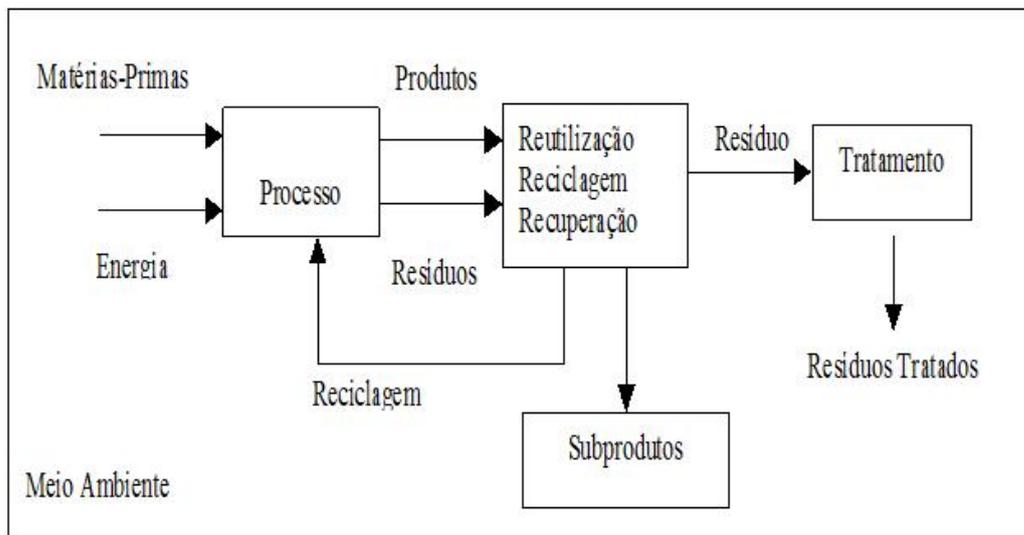


Figura 7: Reutilização, reciclagem, recuperação (BISHOP, 2000)

Ainda assim, tanto a reutilização quanto a reciclagem e a recuperação, embora contribuam para a minimização da geração de resíduos, constituem-se em soluções paliativas, pois partem do pressuposto de que o resíduo existe e também porque geram subprodutos e envolvem gastos de energia e outros custos operacionais. Dessa forma, as empresas passam a adotar, a partir do final da década de 80 e início da de 90, abordagens de gestão ambiental visando a minimização dos resíduos gerados em seus processos produtivos e, conseqüentemente, conciliação entre ganhos econômicos e ambientais.

Exemplo dessa postura é o programa denominado Pollution Prevention Pays (3P) empreendido pela americana Minnesota Mining and Manufacturing (3M) o qual, em seus primeiros anos de existência, envolveu mais de 2.500 mudanças de processos, levou a uma economia de mais de US\$ 500 milhões além de outros US\$650 milhões resultantes da economia de energia (LEIGHTON, 1992).

WEENEN, 1995 afirma que as abordagens de gestão ambiental voltadas aos processos produtivos têm preferência sobre aquelas de caráter reativo (fim-de-tubo), destacando que, gradualmente, tem sido aceito que as abordagens orientadas ao ciclo de vida dos produtos são ainda mais atrativas do que aquelas orientadas ao processo.

Estima-se que entre 60% a 80% de todos os impactos causados ao longo de todas as fases da vida de um produto são determinados nas fases iniciais de seu projeto (GRAEDEL; ALLENBY, 1995). Além dos aspectos ambientais<sup>7</sup>, também os financeiros são amplamente definidos durante as fases iniciais do processo de desenvolvimento de produto, onde se estima que 85% do custo final do produto é determinado (FABRYCKY, 1987 apud SROUFE ET AL, 2000). A partir dessas constatações, inúmeras abordagens para auxiliar empresas na adoção de abordagens de gestão ambiental segundo a perspectiva da integração dos aspectos ambientais no processo de desenvolvimento de produto têm sido desenvolvidas, principalmente através da abordagem denominada ecodesign (MAXWELL; VAN DER VORST, 2003).

---

<sup>7</sup> Segundo a ABNT NBR ISO 14001:2004, aspecto ambiental é “um elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”. É importante destacar a relação de causa-efeito existente entre aspectos e impactos ambientais.

O ecodesign apregoa que os impactos ambientais observados ao longo do ciclo de vida dos produtos sejam considerados de forma sistemática durante as fases iniciais do Processo de Desenvolvimento de Produtos. Com o objetivo final de reduzir os impactos ambientais causados pelos produtos, o ecodesign implica na introdução de requisitos de desempenho ambiental ao PDP, o que não deve comprometer critérios essenciais ao sucesso comercial do produto, tais como desempenho, funcionalidade, segurança, estética, qualidade, tempo de desenvolvimento (*time to market*) e custo. Dessa forma, o ecodesign visa conciliar ganhos econômicos com ambientais (ecoeficiência), podendo ser encarado tanto como uma abordagem de PDP que se alinha ao conceito do desenvolvimento sustentável como uma estratégia de gestão ambiental de empresas pró-ativa (a qual voltada suas ações às causas da geração dos impactos ambientais em detrimento à mitigação de suas conseqüências) que integra as funções gestão ambiental e desenvolvimento de produtos. (FIKSEL, 1993, VAN WEENEN, 1995; BREZET; VAN HEMEL, 1997; MAXWELL; VAN DER VORST, 2003, HAUSCHILD; JESWIET; ALTING; 2004; BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006; GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006, pg.18; LUTTROPP; LAGERSTEDT, 2006; GUELERE FILHO; PIGOSSO, 2008 pg 160).

O ecodesign Integra as questões ambientais no design industrial relacionando o que é tecnicamente possível com o que é ecologicamente necessário e socialmente aceitável, face à percepção crescente das necessidades de salvaguardar o ambiente num contexto de desenvolvimento sustentável (VAN WEENEN, 1995; JOHANSSON, 2002;).

A terminologia para o conceito mudou durante as últimas décadas. O termo original, *green design*, foi substituído por design ecológico, design ambientalmente

sensitivo ou ecodesign (BREZET; VAN HEMEL, 1997), design para o ambiente (design for (the) environment) (EHRENFELD; HOFFMAN, 1993) e design ambientalmente responsável (DERMODY; HANMER-LLOYD, 1995). É interessante notar que o uso das terminologias varia de continente para continente. Enquanto o termo “design para o ambiente” é mais utilizado nos Estados Unidos da América, o termo ecodesign é mais adotado no continente Europeu (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002).

São sinônimos de Ecodesign (LAGERSTEDT, 2003 apud JESWIET; HAUSCHILD, 2005, HAUSCHILD et al, 2005): *Design for environment; Environmental product design, Green design; Sustainable design; Environmental conscious design; Life cycle design; Clean design.*

Deve-se ressaltar, no entanto, que embora o ecodesign vise reduzir o impacto ambiental dos produtos, esse conceito não questiona os padrões de consumo.

De certa forma, o ecodesign acaba por justificar a manutenção do insustentável padrão de consumo mundial, o qual poderia ser mantido intacto desde que os produtos em si causem menos impacto ambiental.

### **3.1.2 Motivadores para adoção**

Os motivadores para a adoção do ecodesign freqüentemente apontados na literatura são (DOWIE, 1994, BREZET; VAN HEMEL, 1997; BAKSHI; FIKSEL, 2003; HAUSCHILD, 2005; BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006):

- Crescente consciência dos consumidores quanto ao impacto ambiental associados aos produtos e serviços que consomem;
- Entrada em vigor de legislações ambientais mais rigorosas e que contemplam o ciclo de vida dos produtos (exemplo: Diretiva 2002/96/EC sobre Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos);

- Melhoria da imagem corporativa;
- Oportunidades de novos negócios;
- Crescente percepção do desempenho ambiental de produtos como diferencial de competitividade (inovação em produtos através da redução do impacto ambiental associado ao seu ciclo de vida);
- Redução de custos derivada do melhor uso dos recursos e da redução da geração de resíduos industriais

Os benefícios potenciais da incorporação dos aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto são (ABNT ISO/TR 14062, 2004):

- Redução de custos, pela otimização do uso de materiais e energia, processos mais eficientes, redução da disposição de resíduos;
- Estímulo à inovação e à criatividade;
- Identificação de novos produtos, por exemplo, a partir de materiais descartados;
- Atingir ou superar as expectativas dos clientes;
- Melhoria da imagem da organização e/ou marca;
- Incremento da fidelidade do cliente;
- Atração de financiamento e investimento, particularmente de investidores ambientais conscientes;
- Aumento da motivação dos empregados;
- Incremento do conhecimento sobre o produto;
- Redução de infrações legais por meio da redução de impactos ambientais;
- Redução de riscos;
- Melhoria das relações com as agências reguladoras;

- Melhoria das comunicações internas e externas.

Na evolução das abordagens de gestão ambiental em empresas, supera-se a visão focada no processo produtivo e no tratamento e disposição final de seus dejetos (resíduos sólidos, emissões gasosas e efluentes líquidos) e passa-se a adotar uma visão holística de todos os impactos ambientais causados ao longo das fases do ciclo de vida de um produto (GUELERE FILHO, PIGOSSO, 2008 p.160).

### **3.1.3 Ecodesign e desenvolvimento de produtos sustentáveis**

O conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) foi apresentado pela primeira vez em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento por meio do relatório conhecido como “Nosso futuro comum” (VEZZOLI; MANZINI, 2008). Nesse relatório encontra-se que o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades das gerações atuais sem comprometer a habilidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades (WCED, 1987).

ELKINGTON, 1998, em uma leitura do mundo dos negócios sobre o DS, introduziu o conceito conhecido como *Triple Bottom Line* (TBL) segundo o qual as empresas deveriam considerar, simultaneamente, os impactos sociais, ambientais e econômicos de suas atividades.

A partir do conceito do TBL, o DS passou a ser representado por ilustrações como a da Figura 8, sendo apresentado como estando na interface entre os domínios ambientais, sociais e econômicos.

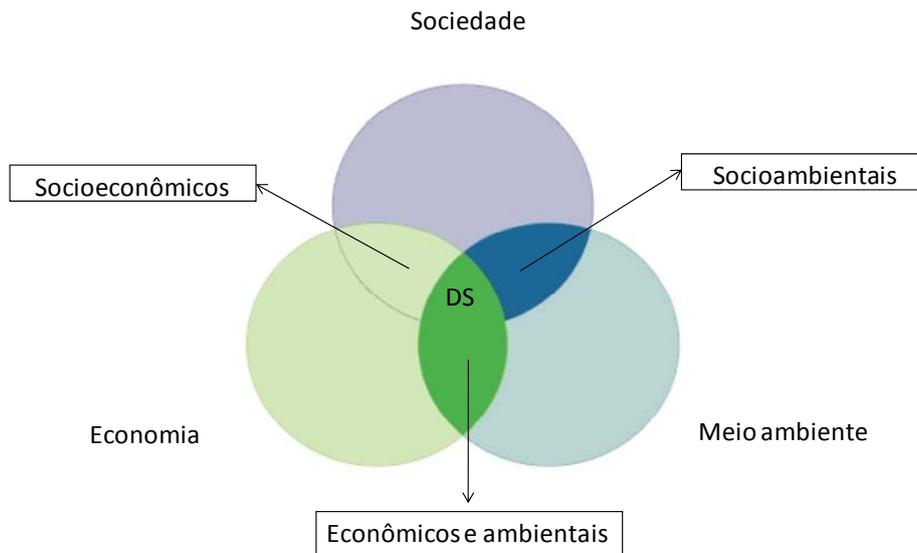


Figura 8: Desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento de produtos sustentáveis (*Sustainable Product Development* – SPD) é definido como a inserção simultânea dos aspectos ambientais, sociais e econômicos ao desenvolvimento de produtos, sendo sinônimo de *Design for Sustainability* (VEZZOLI; MANZINI, 2008; KURK; EAGAN, 2008).

A conciliação entre aspectos econômicos e ambientais recebe o nome de ecoeficiência (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2004; WENZEL; ALTING, 2006) e segundo CEBDS, 2009 “...ecoeficiência é o uso mais eficiente de materiais e energia, a fim de reduzir os custos econômicos e os impactos ambientais”.

Figura 9 mostra a relação entre conceitos-chaves para esta pesquisa: o Processo de Desenvolvimento de Produtos, ecodesign, Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis e Desenvolvimento Sustentável.

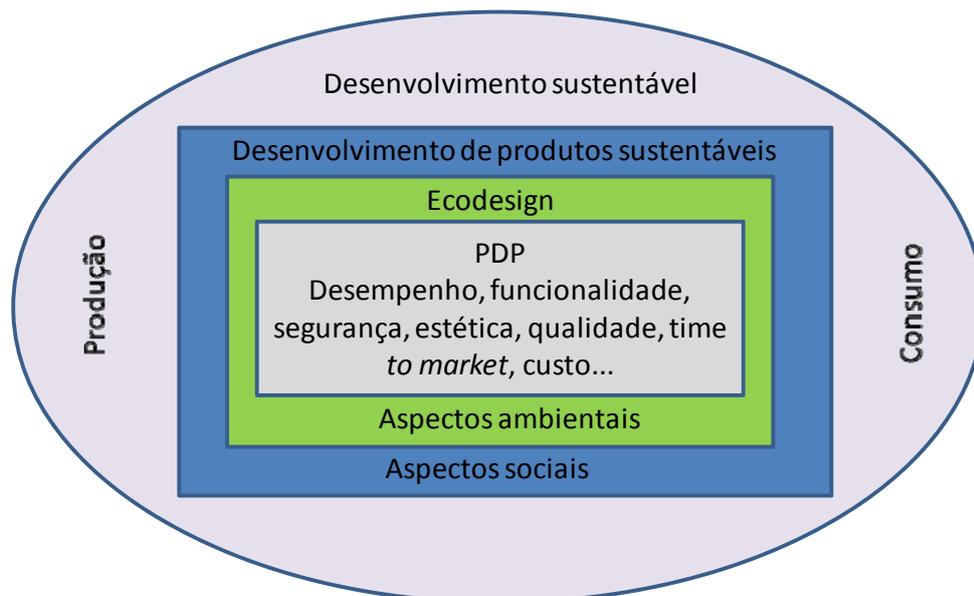


Figura 9: PDP, Ecodesign, SPD e DS (TISCHNER; CHARTER, 2001 pg.120)

Como pode-se inferir da figura acima, o ecodesign é formado a partir da adição de aspectos ambientais ao PDP.

Quanto ao desenvolvimento de produtos sustentáveis, forma-se acrescentando aspectos sociais ao ecodesign.

Por fim, quando se considera o desenvolvimento de produtos sustentáveis no âmbito do sistema de produção e consumo, fala-se em desenvolvimento sustentável<sup>8</sup>.

Deve-se ressaltar que inúmeras abordagens que supostamente orientam a suas ações ao desenvolvimento de produtos sustentáveis são, em verdade, abordagens de ecodesign, uma vez que consideram os aspectos ambientais em adição àqueles usualmente considerados no PDP (desempenho, funcionalidade, segurança, custo...).

---

<sup>8</sup> Para conhecer a política da Comunidade Europeia de produção e consumo sustentáveis, acesso: [http://ec.europa.eu/environment/eussd/escp\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/eussd/escp_en.htm)

Considerando-se que o ecodesign visa conciliar ganhos econômico com ambiental (redução de impacto ambiental), os produtos desenvolvidos segundo esse conceito podem ser definidos como produtos ecoeficientes. São elementos da ecoeficiência (CEBDS, 2009):

- Reduzir o consumo de materiais com bens e serviços;
- Reduzir o consumo de energia com bens e serviços;
- Reduzir a dispersão de substâncias tóxicas;
- Intensificar a reciclagem de materiais;
- Maximizar o uso sustentável de recursos renováveis;
- Prolongar a durabilidade dos produtos;
- Agregar valor aos bens e serviços;

Para NIMSE et al, 2007, produtos “verdes” são produtos menos prejudiciais aos seres humanos e seu ambiente quando comparados com produtos tradicionais em uso e são também mais viáveis a longo prazo do ponto de vista social, econômico e ambiental.

Para a consecução do objetivo deste trabalho, define-se produtos ecoeficientes como produtos competitivos no mercado, com alto valor agregado e que causam menos impactos ambientais quando comparados com produtos tradicionais em uso.

#### **3.1.4 Classificação das pesquisas em ecodesign**

De acordo com HANDFIELD et al, 2001 as pesquisas em ecodesign podem ser divididas em três categorias:

- A primeira delas aborda estudos de casos, descrevendo histórias de sucesso de empresas que desenvolveram produtos “amigos do meio ambiente” e foram reconhecidas por isso pela imprensa;

- A segunda oferece orientações para a integração de preocupações ambientais no processo de desenvolvimento de produto, ou seja, para a integração do ecodesign ao PDP. Mais especificamente, essa categoria da pesquisa em ecodesign foca nos fatores de sucesso e barreiras à implementação do ecodesign bem como propõe abordagens (estágios, passos, processo...) para implementação do ecodesign;
- A terceira categoria desenvolve e avalia ferramentas para auxiliar na integração de questões ambientais ao processo de desenvolvimento de produto, ou seja, ferramentas de ecodesign.

Esse trabalho abordará a segunda e a terceira categoria proposta por HANDFIELD et al, 2001, não abordando casos de sucesso em ecodesign.

### **3.1.5 Práticas de ecodesign**

Essa seção é dividida em três partes.

Na primeira dela apresenta-se considerações iniciais sobre o tema bem como a definição de prática de ecodesign adotada nesse trabalho.

Na segunda, mostra-se o levantamento de práticas existentes feito por meio da revisão bibliográfica.

A terceira e última seção mostra tanto o levantamento de classificações para práticas existentes feito na revisão bibliográfica como a proposta feita nesse trabalho.

#### **3.1.5.1 Considerações iniciais e definição**

Logo de início, é importante destacar que não foi encontrada, na revisão da literatura feita nesse trabalho, uma definição para práticas de ecodesign.

Ainda, pôde-se observar que se quer existe consenso sobre o que venha a ser um método, uma ferramenta, um checklist, um guideline, regras, técnicas,

abordagens e estratégias de ecodesign. No entanto, pôde-se observa que, em comum, buscam contribuir para que os aspectos ambientais associados ao ciclo de vida dos produtos sejam considerados durante o processo que o desenvolve com vistas a reduzir o impacto ambiental causados pelos produtos.

A única definição encontrada nesse revisão é aquela dada por BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002 para ferramentas de ecodesign: qualquer meio sistemático utilizado para lidar com aspectos ambientais durante o processo de desenvolvimento de produto.

Com relação a essa definição, pode-se observar que o termo “ferramenta” poderia ser trocado por, por exemplo, “método” e “estratégia” sem prejuízo ao significado implícito à definição.

De acordo com JARRAR; ZAIRI, 2000, uma prática é uma técnica, metodologia, procedimento ou um processo que pode melhorar os processos de negócio de uma empresa, satisfazendo os seus clientes e stakeholders.

Para a consecução do objetivo deste trabalho, define-se como prática de ecodesign o emprego, durante as fases iniciais do processo de desenvolvimento de produtos, de métodos, ferramentas, checklists, guidelines, regras, técnicas, abordagens, estratégias e demais expedientes que visam melhorar o desempenho ambiental dos produto, ou seja, reduzir o impacto ambiental causado pelos produtos ao longo de todas as fases de seu ciclo de vida.

Ainda, uma prática de ecodesign pode ser também definida como o uso combinado de um ou mais dos expedientes acima descritos, desde que o intuito seja deliberadamente o de reduzir o impacto ambiental causado pelos produtos ao longo de todas as fases de seu ciclo de vida.

### 3.1.5.2 Levantamento de práticas de ecodesign

BOKS, 2005 e JOHANSSON, 2006, afirmam que a maior e mais completa revisão da literatura sobre ferramentas voltadas à introdução de aspectos ambientais ao desenvolvimento de produtos foi feita por BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002.

Esses autores realizaram uma revisão da literatura envolvendo uma base de dados com 650 artigos para mapear o estado da arte do que definiu como *Environmental Product Development* (EPD). Embora usem o termo EPD e afirmam que esse conceito vai além dos aspectos ambientais usualmente considerados no ecodesign, as ferramentas encontradas abordam exclusivamente aspectos ambientais. Assim, pode-se considerar que as ferramentas de EPD encontradas nessa revisão são, em verdade, ferramentas de ecodesign.

Esse autores afirmam terem encontrado mais de 150 ferramentas de ecodesign (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002,). No entanto, curiosamente, não apresentam as ferramentas encontradas, propondo, ao invés disso, uma divisão em seis categorias (dentro das quais alguns exemplos de ferramentas são apresentados), a saber:

- *Frameworks*: os frameworks geralmente contêm uma idéia geral sobre o que deveria guiar as considerações ambientais no desenvolvimento do produto. Frequentemente são acompanhados por um “kit de ferramentas” bem como diretrizes e estratégias técnicas para deixar os produtos “verdes”. São exemplos de frameworks: *Design for Environment*<sup>9</sup> (DfE), Projeto para a Reciclagem (*Design for recycling*) e o Projeto para Desmontagem (*Design for Disassembly*);

---

<sup>9</sup> Como esses autores usam o termo EPD, o Ecodesign ou *Design for Environment* é, para eles, uma ferramenta do tipo *framework*. Como se está considerando neste trabalho que as ferramentas de

- Listas de verificação e orientações (*Checklists and guidelines*): são ferramentas na sua maioria de natureza qualitativa, sendo apenas algumas de natureza semi-quantitativas. Os checklists são utilizados para verificar se determinados requisitos foram ou não considerados durante o processo de desenvolvimento de produtos, tais como consumo de energia e utilização de materiais tóxicos. A lista de requisitos a serem verificadas pode ser bastante longa, sendo que alguns deles podem ser especificados de forma quantitativa. Como exemplo cita-se o *Ecodesign Checklist Method (ECM)*;
- Ferramentas de avaliação e classificação (*Rating and ranking tools*): São ferramentas quantitativas simples consistindo em um sistema de classificação baseado em métricas e escala de avaliação pré-estabelecida. Dessa forma, aspectos do desenvolvimento de produtos são avaliados em um processo *ad hoc*. Essas ferramentas são utilizadas como alternativas à Avaliação de Ciclo de Vida (que, além de complexa e cara, demandante muito tempo para ser utilizada) embora as métricas utilizadas na avaliação sejam usualmente oriundas a aplicação da ACV. São exemplos dessas ferramentas MIPS (*Material Input Per Service Unit*) cuja métrica a ser avaliada é a quantidade de material utilizada em um produto e a CED (*Cumulative Energy Demand*) que avalia a quantidade de energia utilizada em um produto. As métricas pré-definidas podem ser combinadas e apresentadas na forma de um gráfico

---

EPD encontradas por esses autores são na verdade ferramentas de ecodesign, as diretrizes e estratégias que mencionam nessa categoria, são, em verdade, diretrizes e estratégias de ecodesign.

do tipo rede de aranha ou radar. Essas ferramentas são conhecidas como simplificações de ACV (*simplified life cycle assessment tools*);

- Ferramentas analíticas (*Analytical tools*): são ferramentas quantitativas para a avaliação e medição do desempenho ambiental dos produtos. O maior exemplo desse tipo de ferramenta é a ACV, sendo outros exemplos de ferramentas analíticas a análise de risco e avaliação do custo total (como a *Environmental Design Cost*). Essas ferramentas podem ser utilizadas de forma combinada com o intuito de lidar com os *trade-offs* entre aspectos ambientais e econômicos, por exemplo;
- Software e sistemas especialistas (*Software and expert systems*): os proponentes dessas ferramentas afirmam os designers necessitam empreender decisões ambientais mais rigorosas. O intuito dessas ferramentas é viabilizar a manipulação de enormes quantidades de informação ambiental de forma tão rápida como acontece com as ferramentas simples como os guidelines. Além disso, pretende-se eliminar o caráter subjetivo e possibilidade de erros em avaliações feitas por profissionais cujo conhecimento de questões ambientais seja limitado (o que é bastante comum no universo das equipes que desenvolvem produtos). São exemplos de ferramentas desse tipo a LEADS-II (ROMBOUTS, 1998);
- Ferramentas organizacionais (*Organizing tools*): essas ferramentas dão orientações sobre como organizar, por exemplo, uma seqüência de tarefas ou a cooperação entre determinadas funções empresariais e as partes interessadas no processo de ecodesign. Essas ferramentas incluem a organizar workshops de sensibilização para a discussão de

aspectos prioritários a serem considerados bem estratégias e ferramentas a serem adotadas.

Sobre as ferramentas encontradas, os autores resumem o resultado da revisão nos seguintes tópicos (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002):

- A maioria das referências é de natureza conceitual, não abordando se essas ferramentas realmente funcionam bem no âmbito do desenvolvimento de produtos reduzindo impactos ambientais. Dentre as poucas referências de natureza empírica encontradas, resumem-se a apresentar a relatórios sobre a experimentação de novas ferramentas, as quais usualmente foram desenvolvidas nas universidades e testadas pelos pesquisadores em estudos de casos em uma empresa;
- As diferentes ferramentas não são igualmente “verdes”. Algumas incidem sobre a etapa de reciclagem ou sobre os impactos ao aquecimento global enquanto outras levam em consideração todo o ciclo de vida do produto. Embora exista certo “chamado comum” para que as ferramentas sejam usadas de forma complementar, não foram encontradas referências que discutem como fazê-lo a fim de atingir eficazmente melhorias ambientais nos produtos;
- Existe consenso entre os autores de que a fase de projeto conceitual é a que mais influência o produto em matéria de desempenho ambiental, embora não tenham sido encontradas referências empíricas que confirmam esse fato. Conseqüentemente, a maiorias das ferramentas encontradas são destinadas as serem utilizadas nessa fase do PDP, sendo que existe clara demanda por ferramentas que possam ser utilizadas nas fases anteriores a essa no PDP;

- Os *checklists* e *guidelines* são as ferramentas de ecodesign mais comumente empregadas pelas empresas, e embora algumas delas tenham programas de ecodesign, eles não apresentam procedimentos, metodologias ou rotinas formalizados;
- Foram encontrados poucos estudos sobre a eficácia das ferramentas, ou seja, se elas influenciaram de forma direta e considerável o desempenho ambiental do produto em desenvolvimento;
- As ferramentas ambientais parecem ser de difícil uso, o que dificulta a transferência de conhecimentos entre especialistas ambientais e os membros das equipes de desenvolvimento;
- Melhorias ambientais em produtos têm sido alcançadas principalmente devido a regulações mais restritivas, sendo que a gestão e organização do desenvolvimento de produtos parecem ser mais importantes do que as ferramentas de ecodesign em si. Dessa forma, apenas disponibilizar métodos e ferramentas aos *designers* e engenheiros não é garantia de sucesso, pois o objetivo esperado com o uso desses instrumentos deve estar alinhados a outros objetivos do PDP, sendo o desalinhamento entre objetivos ambientais e de negócios uma tônica que reflete a falta de alinhamento estratégico entre as atividades corporativas como um todo e aquelas relacionadas ao desenvolvimento de produtos ecoeficientes.

PIGOSSO, 2008 realizou uma revisão sistemática da literatura<sup>10</sup> entre outubro de 2006 a Junho de 2007 levantando 515 estudos (incluindo artigos, teses,

---

<sup>10</sup> Esse trabalho foi desenvolvido em estreita colaboração com o pesquisador no âmbito das pesquisas realizadas no Grupo de Engenharia Integrada e de Integração

dissertações, publicações, livros e book reviews) a partir dos quais a autora identificou 105 métodos e ferramentas de ecodesign, as quais foram cadastradas e classificadas.

Diferente da revisão feita por BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002, os 105 métodos e ferramentas encontrados por PIGOSSO, 2008 foram todos apresentados e constam do ANEXO 1 desse documento.

Dentre os critérios utilizados pela autora na classificação dos métodos e ferramentas encontrados está o “Nível de detalhamento do método/ferramenta: nível de detalhamento obtido no estudo em questão” (PIGOSSO, 2008). Segundo esse critério, os métodos e ferramentas foram classificados como:

- Superficial: apenas informações gerais sobre o método/ferramenta foram encontradas;
- Sucinto: informações específicas do método/ferramentas foram encontradas, mas de maneira sucinta;
- Completo: informações completas do método/ferramenta foram encontradas.

Do total de cento e cinco métodos e ferramentas encontradas, apenas dezesseis foram classificados como completos. Esses métodos e ferramentas são listados abaixo e apresentados em detalha no ANEXO 2:

1. *Computer-Based Cooperative Method to Consider the Entire Life Cycle*;
2. *DfE Matrix*;
3. *EcoBenchmarking*;
4. *Ecodesign Checklist Method (ECM)*;
5. *EcoDesign Pilot*;
6. *Eco-indicator 99*;

7. *Eco-indicator tool (Eco-it)*;
8. *Environmental Design Industrial Template (EDIT)*;
9. *Environmental Design Support Tool (EDST)*;
10. *Life Cycle Assessment (LCA)* ou *Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)*;
11. *Method for Sustainable Product Development (MSPD)*::;
12. *Quality Function Deployment for Environment (QFDE)*;
13. *Recovery Systems modeling and Indicator Calculation Leading to End-of-life-conscious Design (ReSICLED)*;
14. *Ternary diagrams and emergy accounting*;
15. *The Eco-Function Matrix*;
16. *Ecodesign Ten Golden Rules*<sup>11</sup>.

GUELERE FILHO; PIGOSSO, 2008, p.166-174, apresentam onze métodos e ferramentas do ecodesign, sendo que Cinco deles (LCA, The Eco-Function Matrix, QFDE, DfE Matrix e Ecodesign Ten Golden Rules) coincidem com a lista de métodos e ferramentas apresentada por PIGOSSO, 2008. Os outros seis métodos e ferramentas são citados abaixo e apresentados em detalhes no ANEXO 3:

1. *Matriz MET (Materials, Energy, and Toxicity)*;
2. *Matriz MECO (Materials, Energy, Chemicals and Others)*;
3. *LiDS (Lifetime Design Strategies) – Wheel*;
4. *Matriz de Avaliação da Responsabilidade Ambiental do Produto (The Environmentally Responsible Product Assessment Matrix - ERPA)*;
5. *Análise ABC*;
6. *Análise do Efeito Ambiental (Environmental Effect Analysis - EEA)*.

---

<sup>11</sup> Segundo BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006, as 10 Regras de Ouro do ecodesign resumem orientações que podem ser encontrados nos manuais de empresa e em diferentes origens

BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p. 65, apresentam uma seleção de ferramentas de ecodesign que, segundo as autoras, provaram ser relevantes tanto para estudantes como para profissionais de design. As ferramentas apresentadas são agrupadas em cinco categorias:

1. Ferramentas de avaliação ambiental (*Environmental Assessment Tools*): muito utilizadas no redesign de produtos existentes, são ferramentas quantitativas utilizadas para avaliar um produto existente e identificar oportunidades de melhorias sendo. Ainda, são úteis para realizar benchmarking entre concorrentes e fazer comparações entre produtos com funções similares. São exemplos dessas ferramentas: LCA (ANEXO 1), Matriz MET (ANEXO 3) e *Eco-Indicator 99* (ANEXO 2);
2. Ferramentas estratégicas (*Strategic Design Tools*): fornecem uma forma rápida de identificar quais áreas devem ser focadas na busca por melhorias do desempenho ambiental dos produtos. São úteis no início do PDP na definição de áreas focais (exemplo: materiais, consumo de energia, etc) a serem perseguidas melhorias ou nas fases finais para verificar se melhorias no desempenho ambiental do produto foram de fato alcançadas. São exemplos dessas ferramentas<sup>12</sup>: *Ecodesign web*, *Design Abacus* e *Philips Fast Five*.
3. Ferramentas para a geração de idéias (*Idea Generation Tools*): utilizadas para auxiliar os *designers* na geração de idéias para projetos de produto que causem menos impacto ambiental e social. São

---

<sup>12</sup> Todas essas ferramentas estão descritas no ANEXO 1

exemplos dessas ferramentas: *Information/Inspiration*, *Flowmaker* e técnicas de criatividade (*creative techniques*<sup>13</sup>):

- *Information/Inspiration*: ferramenta na web<sup>14</sup> que consiste de duas partes, uma fornecendo informação e outra inspiração, ambas conectadas por uma página inicial. A partir da página inicial, o usuário pode selecionar *Information* (para informações específicas detalhadas apresentadas em seis categorias-estratégias, legislação, reciclagem, uso, materiais, embalagem, fim de vida e energia- onde a primeira página de cada categoria contém uma lista dos pontos básicos que devem ser considerados pelo designer) ou *Inspiration* (para obter idéias inspiradas em exemplos de projetos já desenvolvidos sob a égide do ecodesign);
- *Flowmaker*: ferramenta de inspiração desenvolvida pelo estúdio de design britânico *WeMake* para inspirar e estimular designers de todos os níveis;
- Técnicas de criatividade (*creative techniques*): as autoras argumentam que o uso de técnicas de criatividade é uma forma efetiva de se criar novas idéias para o ecodesign e cita as seguintes técnicas: *random words*; “*what if*”, *forced relations* e *Backcasting*;

---

<sup>13</sup> Não são de fato ferramentas de ecodesign, embora possam auxiliar na busca por soluções de menor impacto de produto

<sup>14</sup> <http://www.informationinspiration.org.uk/>

4. Ferramentas de *User centered design*: as técnicas apresentadas sob essa classificação ajudam os *designers* a entender melhor como as pessoas fazem uso dos produtos, o que pode auxiliá-los a reduzir o impacto ambiental causado pela fase de uso dos produtos. As técnicas apresentadas são: *Participant Observation*, *User Trials*, *Product-In-Use*, *Scenario-Of-Use*, *Layered Games* e *Mood Boards*;
5. Ferramentas para fornecer informações (*information provision tools*): os exemplos citados aqui são a *Information/Inspiration* abordada no item 3 e a *Real People*, um DVD contendo entrevistas com 582 pessoas abordando suas preferências sobre produtos.

Na linha das *Hules of thumb* apresentadas por BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p.65-99, HILL, 1993, apresenta os “Oito axiomas do ecodesign” (produza sem produzir resíduos sólidos tóxicos, use tecnologias limpas, reduza a emissão gasosa de substâncias químicas; reduza o consumo de energia do produto, use materiais recicláveis atóxicos, use materiais reciclados e reuse componentes, projete facilitando a desmontagem do produto e reutilize ou recicle o produto ao término de sua vida útil) e LUTTROP; LAGERSTEDT, 2006 apresentam as “Dez regras de ouro do ecodesign” (ANEXO 1).

HAUSCHILD; JESWIET; ALTING; 2004 ressaltam a semelhança entre as “Dez regras de ouro do ecodesign” e os “Oito axiomas do ecodesign” e afirmam que as regras de ecodesign existentes podem ser resumidas da seguinte forma:

- Não use substâncias tóxicas, mas use circuitos fechados quando for necessário utilizá-las;
- Minimize o consumo de energia e de recursos naturais na produção, uso, embalagem e transporte do produto;

- Prolonge a vida útil dos produtos
  - Especialmente para produtos passivos (que não consomem energia durante a fase de uso);
  - Projeto pensando na facilidade a manutenção dos produtos;
  - Use melhores materiais e superfície estruturais;
- Considere o fim da vida útil do produto
  - Planeje a atualização, reparos e a reciclagem dos produtos;
  - Reduza a quantidade e a variedade de materiais empregados no produto, primando pelo uso de materiais reciclados e simples (*unblended materials*);
  - Defina o processo de montagem do produto pensando na facilidade de sua desmontagem.

VEZZOLI; MANZINI, 2008, pg.64, apresentam as seguintes estratégias para o que chamam de *life cycle design*<sup>15</sup>:

- Minimize o consumo de materiais e energia;
- Selecione processos e recursos de baixo impacto: selecione materiais, processos e fontes de energia mais eco-compatíveis;
- Aperfeiçoe o tempo de vida útil do produto: projete produtos duráveis e que possam ser utilizados intensivamente;
- Estenda o tempo de vida dos materiais: projeto com o objetivo de aumentar o valor dos materiais por meio de reciclagem, compostagem ou incineração;

---

<sup>15</sup> Os autores afirmam o termo *life cycle design* está intimamente relacionado aos termos ecodesign e DfE. Dessa forma, serão aqui encarados como sinônimos de ecodesign.

- Facilite a desmontagem: projeto visando à separação de peças ou materiais

LEWIS; GERTSAKIS, 2001 trazem as seguintes estratégias para o ecodesign:

- Selecionar materiais de baixo impacto;
- Evitar materiais perigosos;
- Escolher processos de produção mais limpos;
- Maximizar a eficiência (no uso) de água e energia;
- Projetar para minimizar a geração de lixo;

GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.193 apresentam o que definem como estratégias ambientais para o projeto de produto.

Essas estratégias, mostradas na (Tabela 2, são apresentadas em função do ciclo de vida dos produtos, que para esses autores é composto pelas seguintes fases: pré-produção, produção, distribuição, uso e retirada do produto do mercado (*retirement*).

Tabela 2: Estratégias ambientais (GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.193)

Fase do ciclo de vida	Estratégias ambientais
Pré-produção	Reduza o uso de matérias-primas
	Escolha matérias-primas abundantes
	Reduza o emprego de substâncias tóxicas
	Aumente a eficiência energética do processo
	Reduza desperdícios e geração de resíduos
	Aumente o fluxo de recuperação e reciclagem de materiais
Produção	Reduza o uso intensivo de materiais
	Utilize materiais com baixo impacto ambiental
	Reduza o uso de substâncias tóxicas
	Use materiais reciclados e recicláveis
	Use materiais em função da duração requerida
	Selecione processos de fabricação com baixo impacto ambiental e alta eficiência energética
	Selecione processos de fabricação com alta eficiência tecnológica
Reduza desperdícios e geração de resíduos	
Distribuição	Planeje o modo mais eficiente de transporte sob o ponto de vista energético
	Reduza a emissão gasosa associado ao transporte
	Use sistemas de contenção para materiais tóxicos ou perigosos
	Reduza a embalagem utilizada
	Utiliza embalagens com baixo impacto ambiental
	Reutilize embalagens
Uso	Use os produtos sob condições para as quais foram planejados
	Planeje e execute serviços de diagnóstico, manutenção e reparos
	Reduza o consumo de energia e emissões durante o uso do produto
Retirado do produto do mercado	Facilite a desmontagem do produto
	Analise as condições dos materiais e sua vida residual
	Planeje a recuperação de componentes
	Planeje a reciclagem de materiais
	Reduza o volume de materiais enviados para disposição final

BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006, analisaram quinze diferentes ferramentas de ecodesign para avaliar sua capacidade de auxiliar em 3 situações de *trade-off* distintas: envolvimento um único aspecto ambiental, envolvimento diferentes aspectos ambientais e entre aspectos ambientais e outros critérios . As ferramentas analisadas envolveram matrizes, gráficos do tipo “teia de aranha”, *checklists*, *guidelines*, ferramentas para contabilização dos custos (para avaliar o custo que uma medida de edodesign poderia causar) e ferramentas comparativas [para comparar impactos ambientais de diferentes soluções e/ou produtos]. Dentre essas quinze ferramentas, sete (ABC, ERPA, LiDS, MECO, MET, Ten golden Rules e Philips Fast Five) já foram apresentadas anteriormente, sendo as outras oito listadas abaixo de apresentadas em detalhes no ANEXO 4:

1. *Funktionkosten*;
2. *Dominance Matrix or Paired Comparison*;
3. *EcoDesign Checklis*;
4. *Econcept Spiderweb*;
5. *Environmental Objectives Deployment*;
6. *The Morphological Box*;
7. *Prescribing tools Strategy List*;
8. *Volvo's Black List, Volvo's Grey List, Volvo's White List*,

Das 15 ferramentas analisadas por BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006, oito (*ABC-Analysis, ERPA, MECO, MET-Matrix, Philips Fast Five Awareness, EcoDesign Checklist, LiDSwheel, e Strategy List*) apresentavam uma perspectiva e ciclo de vida, o que dá uma visão global do sobre o impacto ambiental das fases do ciclo de vida do produto.

Quanto ao objetivo das ferramentas, foram classificadas em três categorias (BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006):

- Ferramentas de análise: ABC, ERPA, MECO e MET;
- Ferramentas de comparação: *Philips Fast Five Awareness*, *Funktionkosten*, *Dominance Matrix or Paired Comparison*, *EcoDesign Checklist*, *Econcept Spiderweb*, *Environmental Objectives Deployment*, *LiDS-wheel* e *The Morphological Box*;
- Ferramentas prescritivas: *Strategy List*, *Ten Golden Rules* e *Volvo's Black List*, *Volvo's Grey List* e *Volvo's White List*.

Embora as autoras não definam explicitamente cada uma das categorias usadas, pode-se inferir que:

- As ferramentas de análises são de natureza predominantemente quantitativas utilizadas para avaliar e/ou estimar impactos ambientais de produtos e/ou de diferentes conceitos de produtos. Dessa forma, são mais apropriadas para serem utilizadas em estágios avançados do PDP, onde se dispõe de informações em quantidade e qualidade suficiente para que sejam utilizadas ou no caso de se avaliar os impactos ambientais de produtos ou conceitos já existentes, situação freqüente no re-design de produtos existentes;
- As ferramentas de comparação servem para comparar o desempenho ambiental de produtos e/ou de diferentes conceitos de produtos quando comparados uns aos outros, e não de forma isolada como nas ferramentas de análises. Sua natureza oscila entre o qualitativo e o quantitativo e podem servir aos propósitos tanto de avaliar impactos ambientais (de forma mais simplificada do que por meio do uso de

ferramentas de análise) como de fornecer orientação para o desenvolvimento de produtos que causem menor impacto ambiental. Essas ferramentas são um meio termo entre as quantitativas (ferramentas de análise) e as qualitativas (ferramentas prescritivas);

- Ferramentas prescritivas são aquelas utilizadas para guiar o processo de desenvolvimento na direção de produtos que causem menos impactos ambientais. De natureza predominantemente qualitativa, são mais apropriadas para uso nas fases iniciais do processo de desenvolvimento do produto.

TISCHNER, 2001, p.269-270, afirma que existem quatro categorias de ferramentas de design sustentável<sup>16</sup> e ecodesign. São elas:

- Ferramentas de análises de pontos fortes e fracos ambiental: ferramentas utilizadas para identificar, quantificar, avaliar e priorizar aspectos que possam causar danos ao meio ambiente associados a produtos, sistema de produto, serviço ou conceito. Dependendo da extensão e profundidade da análise desejada, podem ser utilizadas ferramentas complexas como a ACV (ANEXO 1), que envolve vários parâmetros ou ferramentas de avaliação mono-critérios, como a *Material Input Per Service Unit (MIPS)*<sup>17</sup> ou a *Cumulative energy Demand (CED)*<sup>18</sup>. Ainda, avaliações de ciclo de vida simplificadas como a *MET Matrix* podem ser também utilizadas.

---

<sup>16</sup>Embora se use o termo sustentável, apenas aspectos e impactos ambientais são considerados

<sup>17</sup> Não foi encontrado na revisão da literatura referências sobre essa ferramenta

<sup>18</sup> Não foi encontrado na revisão da literatura referências sobre essa ferramenta

- Ferramentas para definição de prioridades e seleção dos potenciais de melhorias mais importantes: são utilizadas para se definir quais impactos ambientais (definidos previamente pelas ferramentas acima) devem ser abordados em primeiro lugar. Essa decisão é feita em conjunto com uma estimativa de possíveis soluções e respectivos potenciais de sucesso na implementação. São exemplos dessas ferramentas os diagramas do tipo polar ou rede de aranha, como a *LiDs- Wheel* (ANEXO 3) e o *Eco-Compass technique* (ANEXO 1).
- Ferramentas para o provimento de auxílio à geração de idéias, design e especificações preliminares: a autora chama as ferramentas dessa categoria de ferramentas de implementação. Essas ferramentas englobam os *checklists de ecodesign*, as regras de ouro (*rules of thumb*), *expert rules* e catálogos de requisitos, as quais fornecem uma forma rápida de se familiarizar com aspectos importantes do ecodesign a serem considerados durante o desenvolvimento de produtos. Ainda, estão entre essas ferramentas as técnicas de criatividade, sendo os tipos mais comuns de *checklists* são<sup>19</sup>:
  - Checklists gerais de ecodesign;
  - Checklists para estratégias de ecodesign;
  - Checklists para escolha ambientalmente orientada de materiais e lista de substâncias perigosas;

---

<sup>19</sup> A autora não descreve os checklists apontados

- Checklists para projetos do tipo *recycling-friendly* e que facilitem a montagem e desmontagem do produto;
- Checklists para evitar resíduos sólidos e demais poluentes
- Ferramentas para coordenação com outros critérios importantes: análise de custo benefício e estudos de viabilidade econômica: utilizadas para avaliar os projetos em diferentes estágios considerando-se outros aspectos, como lucratividade, marketability e viabilidade técnica. Exemplos de ferramentas dessa categoria são Casa da Qualidade Ambiental e métodos de contabilidade de custo ambiental;

Fica patente que as ferramentas apresentadas por TISCHNER, 2001, p.269-270 são orientadas ao re-projeto, pois partem do pressuposto que o produto existe, a partir do que é possível conhecer os impactos ambientais associados e definir quais e como serão mitigados.

GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.71, afirmam que as ferramentas para avaliar o desempenho ambiental de um produto podem ser classificadas em três categorias:

- Ferramentas que permitem uma completa análise ambiental de todo o ciclo de vida dos produtos;
- Ferramentas que permitem uma ampla avaliação ambiental do produto tendo como base informações limitadas de naturezas qualitativas e quantitativas;
- Ferramentas que avaliam o desempenho ambiental do produto em relação à aspectos específicos, para os quais métricas e indicadores são definidos de forma conveniente.

Comparando essa classificação com aquela proposta por BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002, pode-se dizer que a primeira categoria acima descrita refere-se à ACV, a segunda às *simplified life cycle assessment tools* (matrizes MET e MECO, por exemplo) e a terceira categoria à ferramentas de avaliação mono-critérios, como a *Material Input Per Service Unit* (MIPS) ou a *Cumulative energy Demand* (CED).

As práticas de ecodesign apresentadas por GUELERE FILHO; PIGOSSO, 2008, p.166-174, BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p.65-99, BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006, PIGOSSO, 2008, TISCHNER, 2001, p.269-270 e BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002<sup>20</sup> foram consolidadas em uma planilha (Apêndice A), sendo que aquelas que apareceram em pelo menos duas referências compuseram uma lista inicial de 16 práticas ecodesign.

Dentre essas dezesseis práticas, estão as técnicas de criatividade, que não são práticas típicas de ecodesign, embora possam ser utilizadas com o intuito de gerar soluções criativas para reduzir o impacto ambiental de um produto em desenvolvimento.

Dessa forma, excluindo as técnicas de criatividade, a lista foi reduzida para quinze práticas, a saber:

1. ABC Analysis;
2. *Cumulative energy Demand* (CED);
3. *Design for Environment Matrix* (DfE Matrix);
4. *Dominance Matrix or Paired Comparison*;
5. *Ecodesign Checklist Method* (ECD);

---

<sup>20</sup> Foram consideradas apenas as ferramentas efetivamente apresentadas nesse estudo como exemplos das categorias de classificação propostas pelos autores. Isso se deve ao fato de que embora afirmem terem encontradas mais de 150 ferramentas, essas não são apresentadas

6. *Eco-Function Matrix*;
7. *Eco-Indicator 99*;
8. *LiDS (Lifetime Design Strategies) – Wheel*;
9. *Life Cycle Assessment (LCA)*;
10. *Material Input Per Service Unit (MIPS)*;
11. *MECO (Materials, Energy, Chemicals and Others) Matrix*;
12. *MET (Materials, Energy, and Toxicity) Matrix*;
13. *Philips Fast Five*;
14. *Quality Function Deployment for Environment*;
15. *The Ten Golden Rules*.

Essa lista foi então confrontada com a lista de das cento e cinco ferramentas encontradas por PIGOSSO, 2008 (ANEXO 1), sendo que somente as ferramentas *Cumulative energy Demand (CED)* e *Material Input Per Service Unit (MIPS)* não constam da lista de PIGOSSO, 2008.

Dessa forma, chega-se à lista de treze práticas<sup>21</sup> de ecodesign mais citadas na literatura coberta por esta revisão, não ambicionando ser a lista das práticas de ecodesign mais importantes ou conhecidas:

1. *ABC Analysis*;
2. *Design for Environment Matrix (DfE Matrix)*;
3. *Dominance Matrix or Paired Comparison*;
4. *Ecodesign Checklist Method (ECD)*;
5. *Eco-Function Matrix*;
6. *Eco-Indicator 99*;

---

<sup>21</sup> Essa lista foi utilizada no estudo de caso na forma de um roteiro para a realização de entrevistas como forma de avaliar o conhecimento da empresa no tocante a práticas de ecodesign

7. LiDS (*Lifetime Design Strategies*) – *Wheel*;
8. *Life Cycle Assessment (LCA)*;
9. MECO (*Materials, Energy, Chemicals and Others*) *Matrix*;
10. MET (*Materials, Energy, and Toxicity*) *Matrix*;
11. Philips *Fast Five*;
12. *Quality Function Deployment for Environment*;
13. *The Ten Golden Rules*.

A Tabela 3 mostra os anexos nos quais as treze práticas estão descritas caso se queira saber mais detalhes sobre cada uma delas.

Tabela 3: Anexos nos quais as treze práticas estão descritas

Ferramenta	Anexo
ABC Analysis	3
Design for Environment Matrix (DfE Matrix)	2
Dominance Matrix or Paired Comparison	4
Ecodesign Checklist Method (ECD)	1
Eco-Function Matrix	2
Eco-Indicator 99	2
LiDS ( <i>Lifetime Design Strategies</i> ) – <i>Wheel</i>	3
Life Cycle Assessment (LCA)	2
MECO ( <i>Materials, Energy, Chemicals and Others</i> ) Matrix	3
MET ( <i>Materials, Energy, and Toxicity</i> ) Matrix	3
Philips <i>Fast Five</i>	1
Quality Function Deployment for Environment	2
The Ten Golden Rules	2

Essas treze práticas foram integradas ao Modelo Unificado, mas precisamente na dimensão de recursos<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> No item “4.1.3 Dimensões do Modelo Unificado consideradas na integração” as dimensões consideradas na integração proposta nesse trabalho são definidas

### 3.1.5.3 Classificação das práticas de ecodesign

Para BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006, existem ferramentas destinadas a:

- Analisar de impactos ambientais;
- Selecionar potenciais melhorias ambientais;
- Fornecer assistência para a concepção e *brainstorming*, e;
- Avaliar os aspectos ambientais frente a outros critérios importantes.

GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.21, afirmam que a implementação do ecodesign é feita utilizando-se de duas tipologias de instrumentos:

1. Ferramentas que auxiliam a análise do ciclo de vida do produto, viabilizando a aquisição, elaboração e interpretação de dados ambientais;
2. Ferramentas que auxiliam no projeto ou re-projeto do produto.

HAUSCHILD; JESWIET; ALTING; 2004, baseando-se nos trabalhos de vários autores, afirmam que a variedade de métodos e ferramentas de ecodesign vai do geral ao específico, focando em fases específicas do ciclo de vida dos produtos (tipicamente as fases de uso e disposição final), ou em certos tipos de produtos ou serviços, sendo que alguns métodos são direcionados ao uso no início do processo de desenvolvimento de produtos e outros à fase de detalhamento do projeto.

Dessa forma, pôde-se notar que não também existe consenso sobre como essas práticas podem ser classificadas.

A Tabela 4 reúne todas as classificações encontradas na literatura.

Tabela 4: Classificações de práticas encontradas na literatura

Referência	Classificação proposta
GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.71,	Ferramentas que permitem uma completa análise ambiental de todo o ciclo de vida dos produtos
	Ferramentas que permitem uma ampla avaliação ambiental do produto tendo como base informações limitadas de naturezas qualitativas e quantitativas
	Ferramentas que avaliam o desempenho ambiental do produto em relação à aspectos específicos, para os quais métricas e indicadores são definidos de forma conveniente
TISCHNER, 2001, p.269-270	Ferramentas de análises de pontos fortes e fracos ambiental
	Ferramentas para definição de prioridades e seleção dos potenciais de melhorias mais importantes
	Ferramentas para o provimento de auxílio à geração de idéias, design e especificações preliminares
	Ferramentas para coordenação com outros critérios importantes
BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006	Ferramentas para analisar impactos ambientais
	Ferramentas para selecionar potenciais melhorias ambientais (seleção de alternativas)
	Fornecer assistência para a concepção e <i>brainstorming</i>
	Avaliar os aspectos ambientais frente a outros critérios importantes
GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.21	Ferramentas que auxiliam a análise do ciclo de vida do produto, viabilizando a aquisição, elaboração e interpretação de dados ambientais
	Ferramentas que auxiliam no projeto ou re-projeto do produto
BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p. 65,	Ferramentas de avaliação ambiental ( <i>Environmental Assessment Tools</i> )
	Ferramentas estratégicas ( <i>Strategic Design Tools</i> )
	Ferramentas para a geração de idéias (Idea Generation Tools)
	Ferramentas de User centered design
	Ferramentas para fornecer informações
BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002	<i>Frameworks</i>
	<i>Checklists and guidelines</i>
	<i>Rating and ranking tools</i>
	<i>Analytical tools</i>
	<i>Software and expert systems</i>
	<i>Organising tools</i>

É possível observar uma clara diferenciação entre práticas voltadas ao levantamento dos impactos ambientais causados pelos produtos e aquelas orientadas à sua redução.

Em outras palavras, existe um grupo de práticas que definem os problemas a serem atacados (impactos ambientais) e outras propõem como resolvê-los.

As práticas que visam levantar os impactos ambientais podem ser utilizadas em termos absolutos, para levantar o impacto ambiental de um produto em termos absolutos, ou ainda para avaliar o impacto de um produto em relação a outro, ou seja, em termos comparativos (práticas comparativas).

Quanto a essas últimas, ao invés de aplicadas à produtos, podem ser utilizadas também para comparar o impacto ambiental de diferentes soluções de projeto e/ou conceitos.

Ainda, o levantamento dos impactos ambientais de um produto pode ser feito de uma forma bastante completa, por meio de uma metodologia de avaliação de impacto cientificamente embasada como a ACV, ou por meio de simplificações como as matrizes MECO, MET e DfE, Eco-Indicator 99, *Eco-Function Matrix*<sup>23</sup>.

Quando se pretende comparar os impactos ambientais de produtos ou de diferentes soluções de projeto e/ou conceitos, pode-se também utilizar essas práticas, as quais seriam aplicadas, por exemplo, para cada conceito sob avaliação. Ou então, pode-se lançar mão de práticas como a LiDS, Philips Fast *Five*, já concebidas para avaliação comparativa.

---

<sup>23</sup> Essas simplificações usualmente são construídas tendo como base estudos completos de ACV

Dessa forma, dependendo do uso pretendido, As práticas que orientadas aos impactos ambientais podem ser bastante completas e complexas, como a ACV ou mais simplificadas e de fácil uso como as *Eco-Function Matrix*, MECO, etc.

A utilização dessas práticas no PDP varia em função, por exemplo, no estágio de desenvolvimento do produto e o uso pretendido. Por exemplo, no início de um desenvolvimento, quando uma empresa precisa decidir elementos estratégicos relacionados ao ecodesign, é prática comum analisar segmentação e posicionamento de mercado. Nesse sentido, a empresa pode se interessar por conhecer os impactos ambientais de seus produtos em comparação com concorrentes que atuam em um determinado segmento de mercado, podendo, para isso, lançar mão de práticas comparativas.

Em uma outra situação, a empresa precisa definir claramente metas de redução de impactos ambientais para um determinado produto, necessitando, para isso, conhecer os reais impactos causados por seu ciclo de vida, o que pode ser feito de forma completa por meio da ACV ou de forma simplificada por meio da matriz MECO.

Já as práticas que se dedicam a propor soluções, ou seja, que se dedicam a orientar o projeto do produto de forma a reduzir o impacto ambiental, são de natureza qualitativa, e compreendem as inúmeras estratégias de ecodesign e regras de ouro (rules of thumb) existentes. Essas práticas foram construídas tendo como base os impactos ambientais recorrentes aos tecnológicos.

Dentre os critérios utilizados por PIGOSSO, 2008 na classificação dos métodos e ferramentas encontrados está a “Natureza do objetivo principal do método/ferramenta” (PIGOSSO, 2008). Segundo esse critério, os métodos e ferramentas foram classificados como (PIGOSSO, 2008):

- Prescritiva: métodos/ferramentas que apresentam sugestões genéricas (oriundas de um conjunto pré-estabelecido de melhores práticas de redução de impactos ambientais) para a melhoria do desempenho ambiental de produtos considerando impactos ambientais recorrentes a produtos industriais;
- Comparativa: métodos/ferramentas que visam comparar o desempenho ambiental de diferentes produtos, de diferentes conceitos ou de diferentes alternativas de projetos para um mesmo produto;
- Analítica: métodos/ferramentas que visam identificar potenciais de melhorias no desempenho ambiental de produtos através da determinação de seus impactos ambientais. As categorias de impactos são pré-estabelecidas de acordo com o método/ferramenta.

Com base no critério “Natureza do objetivo principal do método/ferramenta” utilizado por PIGOSSO, 2008 e na análise das classificações encontradas na literatura (Tabela 4), esse trabalho propõe que as práticas de ecodesign podem ser classificadas segundo as seguintes categorias:

- Práticas prescritivas: são práticas de ecodesign que auxiliam a equipe desenvolvedora de produtos a encontrar soluções de projeto que reduzam o impacto ambiental do produto em desenvolvimento. São exemplos dessas práticas as estratégias de ecodesign, regras de ouro, axiomas e *rules of thumb*;
- Práticas de avaliação de impacto ambiental: são utilizadas para se avaliar os impactos ambientais de diferentes produtos, soluções de projeto e conceitos. Podem ser completas (ACV) ou simplificadas (MECO, MET, DfE Matrix, MIPS, CED, Ecoindicator 99...) dependendo da profundidade da avaliação desejada;

- Práticas comparativas: são práticas de ecodesign utilizadas para comparar diferentes produtos, soluções de projeto e conceitos tanto em termos de impactos ambientais como de outros critérios. São exemplos desse tipo de prática: Philips Fast Five Awareness, Funktionkosten, Dominance Matrix or Paired Comparison, Econcept Spiderweb, Deployment, LiDS-wheel

Deve-se observar que uma prática pode pertencer a mais de uma categoria. Por exemplo, a DfE Matrix ao mesmo tempo que pode avaliar o impacto ambiental de um produto (de forma simplificada) pode também ser utilizada para comparar o impacto ambiental de dois produtos distintos.

O intuito da proposição dessas categorias, além de contribuir para a sistematização do conhecimento na área, é estruturar o processo de integração do ecodesign ao Modelo Unificado.

As práticas assim definidas serão citadas durante a integração do ecodesign ao PDP.

## **3.2 O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)**

Esta parte da revisão da literatura está dividida em três seções.

Na primeira é feito um apanhado da evolução das abordagens, iniciando pela visão do desenvolvimento seqüencial de produtos e culminando com o desenvolvimento integrado de produtos e modelos para sua gestão.

Na segunda parte o enfoque é dado ao uso de modelos utilizados para a gestão do PDP.

Por fim, destaca-se o Modelo Unificado proposto por ROZENFELD, et al, 2006.

### **3.2.1 Evolução das abordagens do PDP**

CLARK; FUJIMOTO, 1991 definem o processo de desenvolvimento de produto (PDP) como um processo no qual a empresa transforma dados de mercado e de tecnologia em produtos comerciais, sendo que as primeiras abordagens para o PDP apregoavam que, para desenvolver um novo produto, eram necessárias diversas atividades, envolvendo conhecimentos de diversas áreas e agrupadas em estágios bem definidos, sendo que a execução de cada estágio tem de ser completada para que o seguinte tenha início (SYAN, 1994). Conhecidas como desenvolvimento seqüencial de produtos, nessas abordagens as informações sobre o produto seguiam uma ordem lógica de uma área funcional para outra (marketing, design, engenharia, produção e etc), ordem essa regida por meio do rígido seqüenciamento linear de atividades. Exemplo dessa abordagem é aquela proposta por PAHL; BEITZ, 1991 (*Engineering design: a systematic approach*).

Essa visão seqüencial do desenvolvimento de produtos gerava grande dificuldade de compreensão mútua entre as áreas funcionais (gerando embates e retrabalhos entre elas), o que dificultava a gestão dos projetos de desenvolvimentos aumentando o tempo que o produto levava até chegar ao mercado consumidor (time

to market), que, por sua vez, comprometia a competitividade da empresa. As deficiências desse modelo foram evidenciadas com o aumento da concorrência, que passou a exigir que as empresas lançassem mais produtos no mercado em menor tempo, com mais qualidade e a um custo menor (PRASAD, 1996; STALK, 1988 ROZENFELD et al, 2006).

Na busca pela superação dessas deficiências, passou-se então a buscar os “ótimos locais” dentro dos departamentos (estrutura organizacional funcional), em uma busca pela excelência através da definição de uma seqüência de etapas e atividades consideradas como sendo a “ótima” para se desenvolver um produto. Conhecida como a abordagem das metodologias de projeto, embora tenha significado um avanço em matéria de PDP, não era capaz de integrar atividades e áreas funcionais (ROZENFELD et al, 2006).

No final da década de 80 o desenvolvimento de produtos (DP) tornou-se um fator de competição entre as empresas, pois se notou o impacto que possuía nos custos, na satisfação do cliente e na vantagem competitiva. No entanto, devido ao alto grau de incerteza e baixa previsibilidade do processo de desenvolvimento de produtos (processo de negócio não estruturado, criativo e único para cada produto desenvolvido), existia uma descrença generalizada em relação à possibilidade de gerenciá-lo visando aumentar seu desempenho.

No entanto, exemplos mostraram que isso era possível por meio da adoção de modelos de gestão nos quais se organiza as melhores práticas de desenvolvimento de produtos (CUSICK, 1995; PRASAD, 1996; GRIFFIN, 1997; ROZENFELD et al, 2006).

A partir desse momento, surgiram vários modelos para auxiliar a gestão do PDP, como os propostos por PUGH, 1991; CLAUSING, 1994; PRASAD, 1996; CLARK; WHEELWRIGHT, 1993, COOPER, 1993 e ROZENFELD et al, 2006.

Em comum essas abordagens procuram superar a visão seqüencial das atividades envolvidas no desenvolvimento de produtos, propondo a integração entre elas baseada em times multifuncionais liderados por um líder de projeto e no paralelismo na execução de atividades, rompendo, assim, com as abordagens parciais focadas na divisão funcional. Ainda, propõem alinhamento entre as atividades de planejamento estratégico com as de desenvolvimento de produtos.

### **3.2.2 Modelos de gestão para o PDP**

O modelo proposto PUGH, 1991 (Total Design) visava superar as visões parciais sobre desenvolvimento de produtos (Partial design) construindo uma visão total da atividade de projeto (Total Design). Além de incluir as ciências da engenharia e o design parcial, práticas já bem estabelecidas na abordagem do desenvolvimento de produtos tradicional, essa abordagem incorpora as abordagens que alocam as necessidades dos clientes, a seleção do conceito, a robustez funcional, a integração ao sistema como um todo, a manufaturabilidade e manutenção, a prevenção a problemas, o trabalho em equipe, a necessidade de gerenciamento e a coerência estratégica. Esse autor propôs um modelo constituído por um conjunto de 6 fases interativas e aplicáveis a qualquer tipo de projeto (independente da disciplina tecnológica envolvida). Em cada uma das etapas o autor destaca que são empregados um conjunto específico de conhecimentos compostos por diversas visões parciais. Essa abordagem representou uma melhoria do processo de desenvolvimento de produtos tradicional com a incorporação de

técnicas, conceitos e abordagens, que têm como objetivo minimizar ou eliminar os problemas encontrados no modelo de desenvolvimento tradicional.

A engenharia simultânea proposta de CLAUSING, 1994; PRASAD, 1996 marca a introdução dos times multifuncionais de projetos liderados por um gerente de projetos com autoridade superior aos gerentes funcionais. Ainda, na linha do trabalho de PUGH, 1991, propõe uma maior integração entre os envolvidos no processo de desenvolvimento, envolvendo fornecedores e orientando todo o processo para o atendimento da satisfação do cliente. Dessa forma, essa abordagem é baseada em processos que fornecem maior entendimento das atividades (processos simultâneos; foco na qualidade, custos e entrega; a ênfase na satisfação do cliente; e a ênfase no benchmarking competitivo), e a cooperação entre os membros da equipe (inclui a integração da organização, o envolvimento dos funcionários, e relações estratégicas com os fornecedores). Ainda, marca o aumento do grau de paralelismo das atividades de desenvolvimento (atividades que eram realizadas somente após o término e aprovação das atividades anteriores são antecipadas de forma que seu início não dependa dos demorados ciclos de aprovação). Por fim, essa abordagem contribui pra difundir o uso sistemático de técnicas de projeto tais como *Quality Function Deployment* (DFD) e *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

O modelo conhecido como Funil de Desenvolvimento (CLARK; WHEELWRIGHT, 1993) é pioneiro na adoção da abordagem do PDP como um processo de negócio<sup>24</sup>, pois até então (mesmo em se tratando da abordagem da

---

<sup>24</sup> Segundo ROZENFELD, 1997, um Processo de Negócio (Business Process) é um fenômeno que ocorre dentro das empresas. Ele contém um conjunto de atividades, associadas às informações manipuladas, utilizando os recursos e a organização da empresa. Forma uma unidade coesa e deve

engenharia simultânea) predominava a visão das áreas funcionais. Dessa forma, a relação entre as atividades de desenvolvimento passa a ser mais evidente, promovendo uma maior integração entre elas, estruturando, assim, o PDP e destacando a necessidade de sua gestão. Ainda, essa abordagem destaca a importância do alinhamento entre o PDP e as estratégias de negócio da empresa: esses autores são pioneiros na inclusão das atividades de planejamento estratégico ao PDP. A correlação entre a estratégia desenvolvida pela empresa e os projetos que ela desenvolve é realizada por meio de dois mecanismos principais: a) desenvolvimento de metas e objetivos através da tradução da estratégia do negócio em requisitos específicos para o desenvolvimento; e b) determinação das oportunidades e limitações dos tipos de projeto que estão de acordo com a estratégia de negócio. É proposto um framework para guiar a correlação entre as estratégias tecnológicas e de mercado/produto na criação de um plano de projeto agregado. Dessa forma, consolidam a visão do PDP como um processo de negócio propondo um modelo que integra o planejamento estratégico com as atividades de desenvolvimento de produtos consolidando o conceito de gestão do PDP como um processo essencial para a competitividade da empresa;

O modelo Stage-Gates (COOPER, 1993) é baseada na visão por processos e propõe uma abordagem de gestão visando melhorar a eficiência e eficácia do processo de desenvolvimento. O modelo assim proposto é dividido em estágios, sendo cada um deles composto por um conjunto de melhores práticas e desenhado de modo a obter as informações necessárias para minimizar os riscos e as incertezas do projeto. As atividades dos estágios são realizadas em paralelo por

---

ser focalizado em um tipo de negócio, que normalmente está direcionado a um determinado mercado/cliente, com fornecedores bem definidos.

times multifuncionais. Os estágios são seguidos pelos Gates onde as decisões de continuar/abortar o projeto são tomadas para decidir sobre a continuidade de investimento no projeto. Logo, os gates funcionam como um controle de qualidade da entregas realizadas pelo time, entregas essas que avaliadas segundo os critérios definidos para avaliação do projeto (tanto essenciais como desejáveis).

Essas abordagens, que consolidaram a visão do PDP como um processo de negócio possível de ser gerenciado, culminaram no Desenvolvimento Integrado de Produtos, definido por ROZENFELD et al, 2006, como “um conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, se chegar às especificidades de projeto de um produto e de seu processo de e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo”.

No tocante aos aspectos ambientais associados aos produtos, essas abordagens restringem-se à busca isolada pela conformidade legal ou normativa. Dessa forma, a introdução de requisitos ambientais ao PDP não é feita de forma sistemática e baseada na perspectiva dos impactos ambientais causados pelo ciclo de vida dos produtos, restringindo-se à exigências previstas em leis e/ou normas. Logo, fica evidente que esses modelos, tal como hoje apresentados, não contemplam o ecodesign, o que fortalece as justificativas deste trabalho.

### **3.2.3 O Modelo Unificado**

O conceito de processo de negócio substitui a clássica visão funcional por uma visão horizontal onde a unidade de análise passa a ser a cadeia de atividades/eventos existente dentro da empresa, podendo ser definido como um

conjunto de atividades relacionadas entre si, que, quando executadas, transformam um determinado insumo em outro (MOREIRA, 1994).

Independente do grau de sistematização e documentação, processos de negócios ocorrem nas empresas. No entanto, para que sejam melhorados, é necessário que estejam documentados, pois somente assim torna-se possível sua análise e identificação de eventuais ineficiências (ROZENFELD, 1996, P.27-29), sendo a criação de modelos de processos a forma de documentação empregada (ZANCUL, 2009, p.30)

Assim, todo processo de negócio pode ser representado por meio de um modelo, o qual representa todos os seus elementos. Para VERNADAT, 1996, um modelo dessa natureza serve para “harmonizar os fluxos de informação, controle e material dentro da organização, para aprimorar a comunicação, cooperação e coordenação dentro da empresa tal que seja atingido uma maior produtividade, flexibilidade, capacidade de reação e um melhor gerenciamento de mudança”.

Essas modelos são usualmente compostos pelos seguintes elementos (ZANCUL, 2009, p.30): atividades e a sequencia em que ocorrem, fluxo de informações (informações de entrada e de saída de cada atividade), pessoas ou áreas na organização responsável pela execução das atividades e os recursos necessários para a execução das atividades.

Entre os modelos que representam processos de negócios existem aqueles mais abrangentes, de aplicação ampla denominados modelos de referência, que são representações genéricas de processos de negócios contendo melhores práticas (*best practices*) de uma certa área e que podem ser utilizados como *benchmark* (ZANCUL, 2000, p.41).

A essa altura, convém lembrar que essa aplicação é a principal utilidade prevista para o modelo proposto neste trabalho e consiste na hipótese da pesquisa (vide página 36 deste texto).

Além da aplicação de benchmark, esse tipo de modelo de processo pode ser utilizado como base para a definição de um modelo específico, adaptado a realidade de uma determinada empresa (ROZENFELD et al, 2006).

O PDP enquanto processo de negócio pode ser representado por meio de um modelo que oriente a estruturação de seus elementos visando sua gestão. A função básica dos modelos para gestão do PDP é uniformizar os conceitos para que todos consigam ver de forma semelhante o produto sendo desenvolvido, sendo o processo padrão de desenvolvimento do produto sobre o qual o desenvolvimento de projetos está baseado normalmente representado por um modelo de referência (ROZENFELD et al., 2006). A Figura 10 mostra o modelo de referência para o PDP proposto por ROZENFELD et al, 2006 e conhecido como Modelo Unificado.

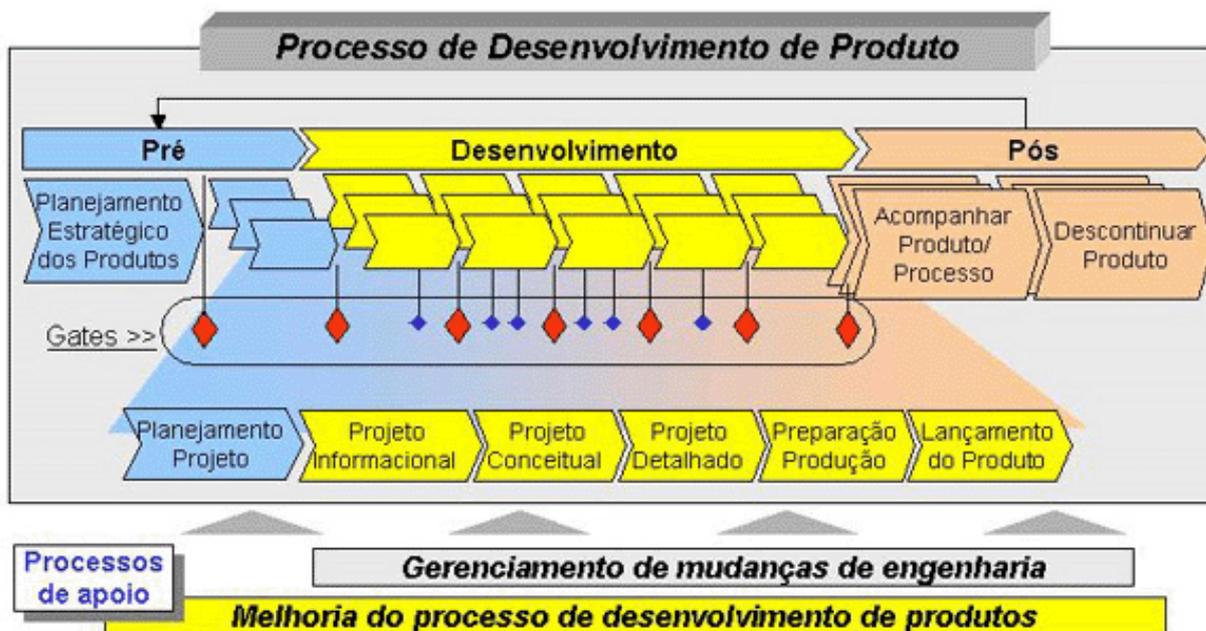


Figura 10: Modelo Unificado (ROZENFELD et al, 2006)

Este modelo organiza o PDP em macro-fases, subdivididas em fases e atividades. As macro-fases deste modelo são:

- Pré-desenvolvimento: garante que as estratégias da empresa sejam seguidas no momento da definição do portfólio de produtos, além de incluir a atividade onde ocorre o detalhamento dos projetos escolhidos no portfólio;
- Desenvolvimento: corresponde ao projeto do produto, iniciando na declaração de escopo e no planejamento, vindos da macro-fase anterior, e terminando com o lançamento do produto no mercado;
- Pós-desenvolvimento: responde pelo acompanhamento do produto após seu lançamento, até a sua retirada do mercado, avaliando todo o seu ciclo de vida e coletando informações para referência nos próximos desenvolvimentos.

Outros exemplos de modelos de referência são: CMMI, evolução do CMM voltado para o desenvolvimento de software (CMMI, 2002); da IEEE voltado para a indústria eletroeletrônica (IEEE STD, 1998), do PDMA, (GRIFFIN, 1997).

Alguns desses modelos estão relacionados a áreas específicas de conhecimento, como PMBOK para a área de gestão de projetos (PMBOK, 2004) o qual pode ser utilizados somente parcialmente no PDP.

A Figura 11 mostra as dimensões utilizadas para representar o PDP no Modelo Unificado<sup>25</sup> (SILVA, 2007).

---

<sup>25</sup> No capítulo que trata da integração do ecodesign ao Modelo Unificado são definidas as dimensões consideradas na integração do ecodesign

Figura 11: Dimensões do PDP segundo o Modelo Unificado (SILVA, 2007)

A dimensão “Estratégia” fornece a conexão entre o processo de planejamento estratégico e o processo de desenvolvimento de produtos envolvendo a gestão do portfólio de produtos da empresa, avaliação do desempenho do PDP, gestão de alianças interorganizacional e de parcerias para o PDP e gestão da integração interfuncional e interdepartamental envolvendo as áreas de marketing, engenharia e manufatura (SILVA, 2007). Essa dimensão no Modelo Unificado é abarcada pela Macro-Fase de Pré-Desenvolvimento.

De acordo com OLIVEIRA, 2009, pg.14-15, o pré-desenvolvimento de produtos é composto por três fases principais: definição de estratégias de produtos, geração de idéias de novos produtos e gestão da entrada de novos projetos de produtos no portfólio de projetos e execução.

Sobre à macro-fase de pré-desenvolvimento do Modelo Unificado, esse autor afirma que é limitado quanto à definição de estratégias de produtos e geração de idéias de novos produtos, pois não detalha as atividades que compõem essas fases (OLIVEIRA, 2009, pg 16).

No entanto, no tocante à gestão da introdução de novos projetos de produtos (gestão de portfólio), afirma que a proposta do Modelo Unificado é bastante detalhada (OLIVEIRA, 2009, pg 16).

Para chegar a essa conclusão esse autor avaliou seis modelos de referência para atividades de pré-desenvolvimento, tendo elegido o modelo proposto por CRAWFORD; BENEDETTO, 2005 como o mais completo<sup>26</sup>.

CRAWFORD; BENEDETTO, 2005, propõem um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos divididos em cinco fases: identificação e seleção de oportunidades para produtos, geração de conceitos de produtos, avaliação de conceito e projeto de produtos, desenvolvimento do projeto do produto e lançamento do produto no mercado.

As três primeiras fases compõem a macro-fase de pré-desenvolvimento proposta por esses autores e são descritas a seguir (CRAWFORD; BENEDETTO, 2005):

- Fase 1: trata do planejamento estratégico de novos produtos, envolvendo a identificação e seleção de oportunidades de produtos advindas de fontes internas e externas à empresa e em consonância com as alterações e demandas do mercado e da disponibilidade de recursos. Ainda durante essa fase, as oportunidades identificadas são detalhadas, avaliadas e classificadas e uma minuta de inovação de produto é criada para cada oportunidade levantada;
- Fase 2: a partir das minutas desenvolvidas na fase anterior, são desenvolvidos idéias e conceitos de produtos, os quais podem ser oriundos de outras fontes internas ou externas à empresa;

---

<sup>26</sup> Esse modelo será utilizado como referência nesse trabalho em se tratando de definição de estratégias de produtos e geração de idéias de novos produtos. Veja detalhes na página 129 deste texto

- Fase 3: os conceitos e projetos de produtos gerados na Fase 2 são avaliados e classificados, sendo os melhores selecionados para serem desenvolvidos. A avaliação empreendida nessa fase envolve critérios técnicos, comerciais e financeiros.

A dimensão “Organização” trata da gestão da estrutura organizacional para o PDP (estrutura funcional, times autônomos, estrutura matricial...) (SILVA, 2007).

As dimensões “Atividades” e “Informações” estão integradas em uma única dimensão por representarem duas visões do mesmo conteúdo e tratam das atividades desenvolvidas durante o PDP. Essa dimensão é caracterizada pelas principais atividades envolvidas no PDP (SILVA, 2007):

- Pesquisa de mercado, levantamento de possibilidades tecnológicas e determinação dos requisitos dos clientes;
- Identificação dos riscos, avaliação de viabilidade e planejamento dos recursos para os projetos de desenvolvimento;
- Desdobramento do conceito do produto em especificações de estilo, layout, e componentes;
- Envolvimento precoce de fornecedores (*early supplier involvement*);
- Construção de protótipos físicos para avaliação do estilo e layout;
- Transformação dos resultados de estágios anteriores em projetos e padrões;
- Preparaçã, construção e testes de protótipos;
- Desdobramento das especificações de projeto em especificações de processos de fabricação e montagem;
- Produção de lote piloto para validação do processo produtivo;

- Execução do “stage-gates’ para avaliar o progresso do projeto de desenvolvimento;
- Padronização do conteúdo e formato das informações do PDP
- Controlar versões e armazenar informações do PDP

Por fim, a dimensão “Recursos” engloba as técnicas, métodos, ferramentas e sistemas que auxiliam as demais dimensões, dentre as quais estão (SILVA, 2007):

- O método QFD (Quality Function Deployment)
- As técnicas de *Design For Manufacturing and Assembly* (DFMA) techniques
- Os sistemas CAD–CAE–CAM–CAPP (respectivamente, computer-aided- design–engineering–manufacturing–process planning)
- A ferramenta Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Um modelo de referência para o PDP descreve as atividades, os resultados esperados, os responsáveis, os recursos disponíveis, as ferramentas de suporte e as informações necessárias ou geradas no processo e consiste de uma coleção das melhores práticas no desenvolvimento de produtos, sendo usualmente representado em visões parciais (ROZENFELD et al, 2006).

Ao fazer uso de um modelo de referência, uma empresa define um padrão para os projetos de desenvolvimentos de seus produtos, obtendo, assim, uma visão única desse processo de negócio, nivelando os conhecimentos entre os atores que participam de um desenvolvimento específico, construindo, assim, uma linguagem comum e a garantia de que certas práticas, métodos e ferramentas, serão aplicados em todos os projetos de desenvolvimento (ROZENFELD et al, 2006).

Esse modelo adaptado para a empresa chama-se específico ou padrão e pode ser construído tendo-se como referência um modelo genérico adaptado para a

realidade particular da empresa, sendo que é a partir do modelo específico que a empresa passa então a definir seus projetos de desenvolvimento (ROZENFELD et al, 2006).

A Figura 12 mostra a relação entre os diferentes modelos e os projetos de desenvolvimento.

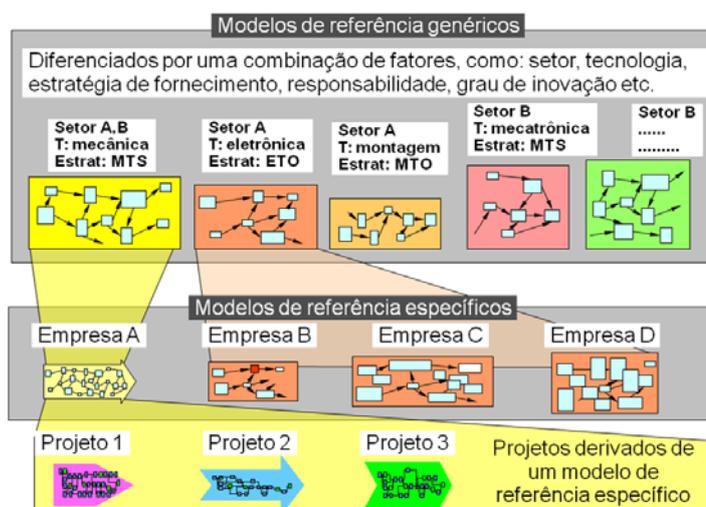


Figura 12: Modelos genéricos e específicos (ROZENFELD et al, 2006)

A adaptação (instanciação) de um modelo específico a partir de um modelo de referência contribui para que as melhores práticas presentes nessa referência possam ser incorporadas no modelo resultante (ROZENFELD et al, 2006).

Dessa forma, desenvolver um modelo de referência para o PDP que contemple práticas de ecodesign pode contribuir para que essas práticas estejam presentes em modelos específicos instanciados a partir dessa referência. E é justamente visando contribuir para isso que esse trabalho foi concebido.

No entanto, mesmo dentro de uma empresa em específico, os projetos de desenvolvimento de produtos podem variar bastante em termos de complexidade e inovação, indo desde aqueles que envolvem pequenas variações de produtos existentes até projetos que geram uma nova categoria de produto podendo demandar, inclusive, o projeto de uma nova fábrica (ROZENFELD et al, 2006).

Dessa forma, mesmo o modelo de referência de uma empresa (modelo específico) deve ser flexível para contemplar as necessidades desses diferentes projetos.

O modelo unificado prevê uma classificação utilizando o grau de complexidade do produto/projeto e o seu grau de inovação. A Figura 13 ilustra quatro versões adaptadas do modelo de referência específico para uma empresa definidas a partir da avaliação conjunta da complexidade e da inovação do um determinado produto/projeto.

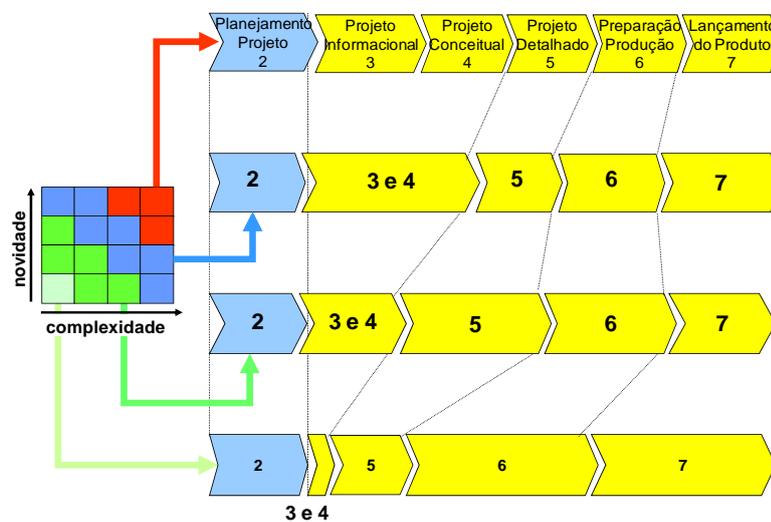


Figura 13: Versões do modelo de referência específico (ROZENFELD et al, 2006).

As versões diferem entre si em função da ênfase com que são tratadas as fases do desenvolvimento do produto, sendo que o comprimento de cada fase ilustrada na figura indica o nível de esforço gasto durante o projeto, onde um grande esforço significa realizar todas as atividades da fase e aplicar todas as técnicas previstas no modelo.

Em um extremo (no alto da figura), tem-se a primeira versão que é o modelo específico praticamente completo ou plenamente utilizado pelo projeto de DP. Essa versão é usualmente empregada no caso de projetos de produtos complexos e ao mesmo tempo inovadores, sendo exemplo desse tipo de projeto o desenvolvimento

de uma plataforma de produtos totalmente nova a qual inaugura uma nova família de produtos (ROZENFELD et al, 2006).

No outro extremo, tem-se uma versão tipicamente utilizada para produtos/projetos onde tanto a novidade quanto a complexidade são baixas. Esse é o caso dos projetos classificados como follow source, como, por exemplo, as “tropicalizações” promovidas pelas indústrias automotivas instaladas no país, onde um determinado modelo já produzido pela matriz é adaptado para o lançamento no Brasil (ROZENFELD et al, 2006).

Entre esses dois extremos estão os modelos aptos a fazer frente aos demais projetos/produtos em função da variação do grau de inovação e complexidade, o que varia muito em função do setor de atuação da empresa bem como de sua experiência junto a esse setor e posicionamento na cadeia de valor.

Como será visto adiante, o tipo de projeto de desenvolvimento afeta sobremaneira o desenvolvimento de produtos ecoeficientes.

### **3.3 Integração do ecodesign ao PDP**

Esse capítulo apresenta inicialmente fatores de sucesso e barreiras à integração do ecodesign ao PDP, que também é designada na literatura como fatores de sucesso e barreiras à implementação do ecodesign nas empresas. Nessa secção, especial atenção é dada à integração do ecodesign à fase de pré-desenvolvimento.

Em seguida, apresentam-se algumas propostas para integração do ecodesign ao PDP.

O capítulo se encerra com uma conclusão feita a partir dessas duas visões.

#### **3.3.1 Fatores de sucesso e barreiras**

Segundo BOKS, 2005, o mais extenso panorama dos fatores de sucesso para a integração do ecodesign ao desenvolvimento do produto foi provavelmente elaborado por JOHANSSON, 2002.

Tendo como base o trabalho de diversos autores, JOHANSSON, 2002, fez um levantamento bibliográfico de fatores apontados como de sucesso da integração do ecodesign ao PDP. Segundo esse autor, os fatores apresentados na literatura encontram-se fragmentados e, por isso, não permitem chegar a uma visão conclusiva, sendo o objetivo de seu trabalho identificar e estruturar esses fatores com o intuito de aumentar o entendimento sobre como integrar ecodesign ao desenvolvimento de produtos. Na síntese de seu trabalho, apresenta o que considera 20 fatores de sucesso essenciais à integração do ecodesign ao processo de desenvolvimento de produtos, os quais são divididos em 6 áreas de interesse: gestão, relação com consumidores, relação com fornecedores, processo de desenvolvimento, competência e motivação (Tabela 5).

Tabela 5: Fatores de sucesso para integração do ecodesign ao desenvolvimento de produtos (JOHANSSON, 2002).

Área de interesse	Fatores de sucesso
Gestão	Existe o comprometimento e apoio necessário (inclusive para garantir os recursos demandados) para conduzir as atividades relacionadas ao ecodesign
	Objetivos e metas ambientais são claramente definidos, tanto para a empresa como um todo como para os projetos de desenvolvimento em específico
	O ecodesign é considerado como uma <i>business issue</i> (impactos ambientais são ponderados com aspectos comerciais)
	A dimensão estratégica é considerada, e não somente a dimensão operacional do projeto do produto, ou seja, as questões ambientais são consideradas desde o início do processo de desenvolvimento (fase de pré-desenvolvimento)
	Como o impacto ambiental varia em função da tecnologia, aspectos ambientais são levados em consideração na definição da estratégia tecnológica a ser adotada
Relação com consumidores	Forte foco no consumidor é adotado, pois essa é a melhor forma a longo prazo de incorporar aspectos ambientais ao PDP
	As empresas “treinam” seus consumidores em relação ao impacto ambiental causados por seus produtos
Relação com fornecedores	A cadeia de suprimentos é uma grande fonte de informações relacionadas ao desempenho ambiental de materiais, processos [de fabricação] e componentes utilizados no produto. Dessa forma, essas informações podem alimentar o desenvolvimento de produtos que causem menos impacto ambiental. Dessa forma, uma sólida e próxima relação com seus fornecedores é adotada
Processo de desenvolvimento	As questões ambientais são consideradas desde o planejamento que antecede o início do processo de desenvolvimento em si (pré-desenvolvimento)
	As questões ambientais são integradas ao processo convencional de desenvolvimento de produtos (processo padrão)
	Checkpoints, reviews e milestones ambientais são introduzidos ao PDP
	A empresa utiliza princípios de projeto, regras e padrões ambientais específicos para sua atividade
	O ecodesign é executado por times multi-funcionais
	Ferramentas de ecodesign são utilizadas
Competência	O pessoal envolvido com o desenvolvimento de produto recebe educação e treinamento na área ambiental
	Um especialista da área ambiental dá suporte as atividades de desenvolvimento de produtos

Motivação	Uma nova mentalidade enfatizando a importância de se considerar os impactos ambientais relacionados às atividades da empresa é desenvolvida
	Presença de um <i>Environmental Champion</i>
	Os indivíduos são encorajados a tomar parte da integração do ecodesign ao desenvolvimento de produtos

Os fatores de sucesso apontados por JOHANSSON, 2002 como pertencendo à área de gestão destacam a necessidade de se considerar o ecodesign nas atividades iniciais do PDP, as quais antecedem o início do projeto do produto, ou seja, nas atividades empreendidas antes da definição das especificações do produto (BHAMRA et al., 1999).

Isso implica que o ecodesign deve ser considerado durante a fase conhecida como pré-desenvolvimento, devendo ser tratado como uma questão estratégica (JOHANSSON, 2002). Nesse sentido, CHARTER, 2001, pg.229, afirma que o PDP trata da criação de novos produtos e da adaptação ou re-projeto de produtos existentes (tanto para mercados novos como para aqueles já existentes), devendo as considerações ambientais tornarem-se simplesmente um aspecto importante da análise do negócio da empresa.

Assim, questões relacionadas à oportunidades/necessidades de mercado relacionadas aos produtos ecoeficientes devem ser incorporadas ao planejamento estratégico de produtos (RITZÉN, 2000; CHARTER, 2001, pg.229).

Em termos de tecnologia, RIITAHUHTA et.al., 1994 argumenta que as questões ambientais deveriam ser inclusas já durante a definição da estratégia tecnológica a ser adotada pela empresa.

TINGSTRÖM; KARLSSON, 2006 argumentam que existem duas formas de incorporar a sustentabilidade<sup>27</sup> no desenvolvimento dos produtos: por meio da diversificação de produtos ou promovendo mudanças no processo de desenvolvimento padrão da empresa. Na primeira forma (diversificação de produtos), uma empresa desenvolve uma linha de produtos com menores impactos ambientais, que são fornecidos juntamente com produtos convencionais e direcionados a consumidores com maior consciência ambiental. Na segunda, a empresa promove alterações generalizadas no processo por meio do qual desenvolve seus produtos de tal sorte que todos os produtos passam a ser mais sustentáveis.

Embora na abordagem proposta por TINGSTRÖM; KARLSSON, 2006, as alternativas foram apresentadas de forma excludente (ou), deve-se observar que podem ser complementares (e), ao passo que uma empresa pode começar diversificando seus produtos e, em um momento posterior, alterar todo o seu PDP<sup>28</sup>.

Ainda, quanto à diversificação de produtos, pode-se optar pelo desenvolvimento de um único produto ou mesmo de uma linha de produtos.

São exemplos de abordagens focadas no desenvolvimento de uma linha de produtos o *Green product portfolio da Philips*<sup>29</sup> e o *Green Product Range da Electrolux*<sup>30</sup>.

---

<sup>27</sup> Embora os autores falem em sustentabilidade, abordam somente aos aspectos ambientais. Ou seja, pode-se depreender que abordam formas de introduzir o ecodesign ao PDP.

<sup>28</sup> A proposta desse trabalho tem a ambição de poder contribuir com ambas alternativas.

<sup>29</sup> <http://origin.newscenter.philips.com/about/news/press/article-15774.page>. Acesso em

Exemplo de abordagem focada no desenvolvimento de um único produto é o computador de mesa lançado pela americana DELL, conhecido como *Studio Hybrid*<sup>31</sup>.

Deve-se garantir que a introdução do ecodesign ao desenvolvimento de produtos esteja alinhada às decisões estratégicas de produtos/mercado.

Por exemplo, o *Green spirit product range* da Electrolux<sup>32</sup> é formado por produtos utilizados em cozinhas industriais e é ofertado somente no mercado Europeu. Para outros mercados (Ásia e América do Sul, por exemplo) cada unidade de negócio (cocção, lavanderia, etc.) está estabelecendo quais produtos comporão sua linha ecológica de produtos (*Green range*)<sup>33</sup>.

A definição de objetivos e metas ambientais a serem atingidos pelos projetos de ecodesign<sup>34</sup> na fase de pré-desenvolvimento é primordial para o sucesso da introdução do ecodesign ao PDP (JOHANSSON, 2002; KARLSSON; LUTTROPP, 2006), sendo que KARLSSON; LUTTROPP, 2006 afirmam ser mais importante até

---

<sup>30</sup> <http://www.electrolux-professional.fi/files/mini/green-spirit/index.asp?o=2>. Acesso em 07.10.2008

<sup>31</sup> <http://portalexame.abril.com.br/revista/exame/edicoes/0932/gestao/quero-ser-verde-405063.html>. Aceso em 10.10.2008

<sup>32</sup> <http://www.electrolux-professional.fi/files/mini/green-spirit/index.asp?o=2>. Aceso em 10.10.2008

<sup>33</sup> *Electrolux GRI (Global Report Inniativite) summary report 2008*. Disponível em: [http://www.electrolux.com/Files/Sustainability/PDFs/2009\\_PDF//Electrolux%20GRI%20summary%20report%202008,%20Sustainability%20matters.pdf](http://www.electrolux.com/Files/Sustainability/PDFs/2009_PDF//Electrolux%20GRI%20summary%20report%202008,%20Sustainability%20matters.pdf). Aceso em 10.10.2008

<sup>34</sup> Projetos de ecodesign nesse contexto são definidos como projetos de produtos desenvolvidos segundo os princípios de ecodesign com o intuito de reduzir impactos ambientais dos produtos

do que a escolha dos métodos e ferramentas de ecodesign a serem utilizados nas atividades posteriores, posto que a escolha de tais métodos e ferramentas depende fundamentalmente dos objetivos e metas a serem atingidos.

Assim, a clara definição de objetivos e metas ambientais para os produtos ecoeficientes apresenta-se como um pré-requisito para que o ecodesign seja introduzido com sucesso ao PDP das empresas.

No exemplo do *Green spirit product range* da Electrolux mencionada acima, os objetivos ambientais são a redução do consumo de água, energia, detergente e emissão de CO<sub>2</sub>. Outro exemplo de objetivos ambientais é o que a *Royal Philips* denomina de *Green Focal Areas*<sup>35</sup>:

- Redução do consumo de energia durante o uso do produto (eficiência energética);
- Redução de embalagens, eliminação de materiais tóxicos utilizado em sua composição;
- Redução do peso dos produtos;
- Aumento da reciclabilidade do produto;
- Definição de estratégias de disposição adequada;
- Aumento da vida útil do produto.

Essas são as áreas em que os produtos do *Green product portfolio da Philips* buscam melhorias ambientais.

Para a *Hewlett-Packard* são prioridades de seu programa de *Design for Environment (DfE)*<sup>36</sup>:

---

<sup>35</sup> <http://www.philips.com/about/sustainability/ourgreenproducts/greenfocalareas/index.page>.

Aceso em 09.10.2008

<sup>36</sup> <http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/productdesign/design.html>. Aceso em 10.10.2008

- Eficiência energética: reduzir a energia necessária para fabricar e utilizar o produto;
- Inovação em materiais: reduzir a quantidade de materiais utilizados nos produtos e desenvolver materiais que causem menos impacto ambiental e maior valor ao fim da vida útil do produto;
- Projeto para reciclagem: projetar equipamentos mais fáceis de serem atualizados (*upgrade*) e/ou reciclados.

Objetivos ambientais são qualitativos e devem, no entanto, estar associados também a metas quantitativas. Por exemplo:

- Redução de 30% do volume de água utilizado em um ciclo de lavagem de uma lavadora de louças;
- Eliminação de 100% do chumbo utilizado em processos de soldagem;
- Redução de 70% do consumo de energia do produto quando no modo *stand by*.

Existem muitas formas de se definir objetivos e metas ambientais, sendo que algumas delas serão abordadas no capítulo que trata da integração do ecodesign ao Modelo Unificado. Ainda, como os produtos ecoeficientes devem contribuir também para o atendimento dos objetivos estratégicos dos negócios, pode-se também associar a eles metas dessa natureza.

Por exemplo, no caso de uma empresa de linha branca, poder-se-ia definir que em 5 anos a linha de produtos ecoeficientes da unidade de negócio de lavanderia, compostas por lavadoras de roupa semi-automáticas que consomem 25% menos água por ciclo de lavagem que o modelo anterior, responderá por 20% do total de vendas de lavadoras de roupa semi-automáticas.

Ainda sobre o estudo de JOHANSSON, 2002, esse autor comparou esses fatores com aqueles apontados por BROWN; EISENHARDT, 1995 como sendo fatores de sucesso para o desenvolvimento de produtos e concluiu que os fatores de sucesso para a integração do ecodesign ao PDP são, em sua grande maioria, os

mesmos fatores de sucesso do PDP como um todo e que, dessa forma, empresas que gerenciam bem o seu processo de desenvolvimento de produtos têm maiores chances de serem bem sucedidas na integração do ecodesign.

Por fim, os fatores de sucesso específicos para a integração do ecodesign estão relacionados à competência e motivação. Nesse sentido, os profissionais (principalmente da alta gerência) precisam ser conscientizados da relação entre a operação da empresa e os impactos ambientais associados bem como da ligação desses elementos com a sobrevivência da empresa em um cenário de fortalecimento do conceito do desenvolvimento sustentável. De forma mais específica, os profissionais diretamente envolvidos com o desenvolvimento de produtos tem de ser treinados nos métodos e ferramentas de ecodesign (JOHANSSON, 2002).

Existem autores que, ao invés de abordarem os fatores de sucesso, tratam das barreiras à implementação do ecodesign.

MATHIEUX et al, 2002, afirma que o ecodesign envolve tanto questões técnicas como operacionais e que, dessa forma, a cooperação é um fator chave de sucesso, englobando tanto a cooperação interna como a externa (cadeia de valor em que a empresa se insere).

Baseando-se em diversos estudos de caso conclui que, em termos de barreiras à introdução do ecodesign ao PDP (MATHIEUX et al, 2002):

- As empresas focam em complexos métodos e ferramentas de ecodesign, mesmo quando não necessário;
- Poucas melhorias obtidas no produto são baseadas na perspectiva do ciclo de vida;

- Questões organizacionais referentes à integração do ecodesign ao PDP são pouco exploradas;
- A relação entre as ferramentas e o processo de implementação do ecodesign é pouco levada em consideração;
- A cooperação tão crucial para o ecodesign é negligenciada.

HANDFIELD et al, 2001, identificou obstáculos para a integração de preocupações ambientais ao que chama de *design process*. São eles (HANDFIELD et al, 2001):

- A integração de questões ambientais ao *design process* é limitada ao uso de *checkpoints* e requisitos de saída (*exit requirements*);
- As atividades primárias de ecodesign são relacionadas aos materiais, com pouca atenção sendo dada aos custos e *time-to-market*;
- O ecodesign é principalmente avaliado em termos de reciclabilidade;
- As ferramentas convencionais são mal compreendidas e raramente utilizadas;
- A percepção é de que o ecodesign “*yields no rewards, only pitfalls*”;
- Existe uma grande distância entre os defensores do ecodesign e aqueles que têm de torná-lo operacional;

Especial atenção é dada por esses autores ao último obstáculo acima apontado, onde destacam o distanciamento das perspectivas dos teóricos do ecodesign com o que se observa nas atividades diárias das empresas no tocante ao desenvolvimento de produtos segundo os princípios do ecodesign (HANDFIELD et al, 2001).

Sobre esse distanciamento, BOKS, 2005 afirma que a falta de perspectiva estratégica quando se pensa em ecodesign é a possível causa, uma vez que

usualmente o ecodesign é considerado somente durante o projeto do produto (dimensão operacional), e não nas fases de planejamento antecedentes (dimensão estratégica).

A seguir são apresentadas propostas para integração do ecodesign ao PDP encontradas na literatura. Em comum, essas propostas não se ocupam de fatores de sucesso ou de barreira, mas sim propõem passos, frameworks, sequencias de atividades a serem seguidas para que o ecodesign seja implantado.

### **3.3.2 Propostas para integração do ecodesign ao PDP**

SIMON et al., 2000 afirmam que o sucesso do ecodesign depende de ações bem sucedidas tanto no nível estratégico como no operacional, colocando as boas intenções definida na estratégia em prática no âmbito do desenvolvimento de produtos. Esse autores apresentam um *Framework* para integração de ecodesign ao PDP composto por 4 estágios e denominado “*The ARPI (Analyse, Report, Prioritize, Improve) Framework*”.

- Primeiro estágio (Analisar impactos ambientais): os autores afirmam que a aplicação do ecodesign ao desenvolvimento de um novo produto normalmente começa com informações sobre impactos ambientais advindas da avaliação de produtos existentes da própria empresa ou algum concorrente. Essa análise pode ser mais ou menos detalhada dependendo da escolha da empresa, podendo ser baseada no uso de ACV ou mesmo em parâmetros legais e de rotulagem ambiental;
- Segundo estágio (Reportar resultados das análises): como os resultados das análises feitas são usualmente complicados para quem não é da área ambiental, os resultados obtidos devem ser “traduzidos” de forma a facilitar o entendimento da equipe de desenvolvimento de

produtos. Como exemplo, os autores citam que um estudo de ACV completo dificilmente será útil para um *designer* orientar suas atividades na busca da redução dos impactos ambientais apontados quantitativamente no estudo. Nesse estágio, os autores destacam a necessidade da participação no âmbito do PDP de um *Environmental Champion* capaz de “traduzir” os resultados das avaliações;

- Terceiro estágio (Definir prioridades): nesse estágio os autores falam na necessidade de se definir uma estratégia ambiental para o desenvolvimento de produtos (*environmental product development strategy*). Essa estratégia inicia-se nas atividades que os autores chamam de pré-especificação, antes do início das atividades de projeto do produto. Esses autores destacam a importância dessa fase para o sucesso do ecodesign afirmando ser competência dos gestores mais graduados envolvidos com o desenvolvimento de produto (com o auxílio do *Environmental Champion*) definirem objetivos (quais impactos ambientais serão atacados, escolhidos entre aqueles levantados anteriormente) e respectivas metas a serem alcançadas. O resultado dessa fase deve garantir que os objetivos e metas [ambientais] assim definidos façam parte das especificações preliminares do produto (...*the result of prioritization should be objectives and metrics that are reflected in the specification*);
- Quarto estágio (Melhorar o projeto do produto): deste ponto em diante, definidas as especificações, o projeto do produto segue como de costume, com a possibilidade de utilização de ferramentas de ecodesign personalizadas/costumizadas para as necessidades das

empresas. Os autores destacam que na maioria das vezes as melhorias alcançadas são de natureza incremental em vez que inovação radical.

Sobre a proposta de SIMON et al., 2000, é digno de nota o foco dado à definição de objetivos e metas ambientais nas fases que antecedem o início do projeto do produto. Como será discutido no capítulo que trata da integração de práticas de ecodesign ao Modelo Unificado, a definição de objetivos e metas ambientais pode ser apontada como condição *sine qua non* para o sucesso da implementação do ecodesign.

LEWIS; GERTSAKIS, 2001, p.31-40, apresentam uma sequencia de 5 passos para o que chamam de gestão do ecodesign. São eles:

1. Avalie os impactos ambientais: visa identificar as áreas de maior impacto ambiental, as quais serão consideradas durante o processo de desenvolvimento, mais especificamente na realização do *design brief* (feito no quarto passo proposto). Esse autores chamam a atenção para a diversidade de ferramentas existentes para esse fim, as quais variam em preço e complexidade e devem ser escolhidas em função do objetivo, escopo e orçamento do projeto;
2. Pesquise o mercado<sup>37</sup>: essa pesquisa deve ser feita antes do início do desenvolvimento para ajudar no entendimento dos requisitos do mercado e identificar idéias e tecnologias que podem ser perseguidas durante o processo de desenvolvimento. Deve-se pesquisar o mercado, produtos concorrentes, legislações e outros possíveis fatores

---

<sup>37</sup> Nas páginas 33 e 34 os autores detalham o conteúdo desse documento por meio de quadros explicativos.

de que podem provocar alterações. O resultado dessa pesquisa é denominado pelos autores de *General Product Analysis* (GPA), documento que será utilizado no próximo passo e deve conter uma descrição do produto tão mais completa quanto possível. Os autores sugerem que o GPA deve ser feita em paralelo com a avaliação de impactos ambientais;

3. Faça um workshop de idéias<sup>38</sup>: expediente utilizado para criar ideias criativas e estratégias, tendo como base o GPA. Os autores resumem esse passo ao uso de técnicas de criatividade e propõem que ao final os resultados (idéias) sejam avaliadas e classificadas em 4 categorias:
  - o Categoria 1: idéias que aparentam gerar ganhos ambientais significativos e que são viáveis do ponto de vista técnico e econômico;
  - o Categoria 2: idéias que aparentam gerar ganhos ambientais limitados mas que são viáveis do ponto de vista técnico e econômico;
  - o Categoria 3: idéias que aparentam gerar ganhos ambientais significativos mas que são questionáveis quanto à viabilidade técnica e econômica;
  - o Categoria 4: idéias que aparentam gerar ganhos ambientais limitados e que são questionáveis quanto à viabilidade técnica e econômica;

---

<sup>38</sup> Na página 35 dessa referência é apresentada uma agenda para conduzir o workshop

A partir dessa análise as propostas são priorizadas quanto à implementação em curto, médio e longo prazo (com prioridade para as da categoria 1).

4. Selecione estratégias de projeto: tendo como base as informações do GPA e da avaliação das idéias feitas no workshop pode-se selecionar estratégias para inclusão no *brief* (as estratégias apontadas por esse autores são comuns às estratégias ambientais apresentadas na revisão de práticas de ecodesign: materiais com baixo impacto, não tóxicos, aumentar a eficiência do uso da energia...). O resultado desse passo é o que os autores chamam de *design brief*, documento que deve conter requisitos gerais do produto, objetivos ambientais, requisitos de produção, regulamentações e padrões aplicáveis e uma estimativa de custo;
5. Projete o produto: o projeto deve ser desenvolvido seguindo as fases usuais adotadas pela empresa. Os autores finalizam ressaltando que que o progresso do projeto do produto deve ser avaliado frente ao brief ao longo do desenvolvimento.

Analisando as propostas feitas por SIMON et al., 2000 e LEWIS; GERTSAKIS, 2001, p.31-40, pode-se inferir que a integração do ecodesign ao PDP é vista como um processo em si, separado do PDP e que possui suas próprias “fases”. Em nenhum momento os autores se preocupam em estabelecer relações entre os estágios ou passos que propõem com uma referência sobre o que venha a ser o PDP.

No entanto, existem propostas que procuram relacionar as “fases” ou passos do processo de ecodesign com uma referência em PDP.

NIELSEN; WENZEL, 2002 apresentam uma proposta para a introdução de aspectos ambientais ao desenvolvimento de produtos baseadas no uso da ferramenta ACV. Nessa proposta, inicialmente se estabelece quais são as fases que, no entendimento do autor definem o PDP e, em seguida, a cada uma dessas fases são associadas atividades relacionadas à introdução de aspectos ambientais. Como esse proposta é baseada no uso da ferramenta ACV, as atividades propostas resumem-se à atividades relacionadas à ACV. A Figura 14 mostra essa proposta.

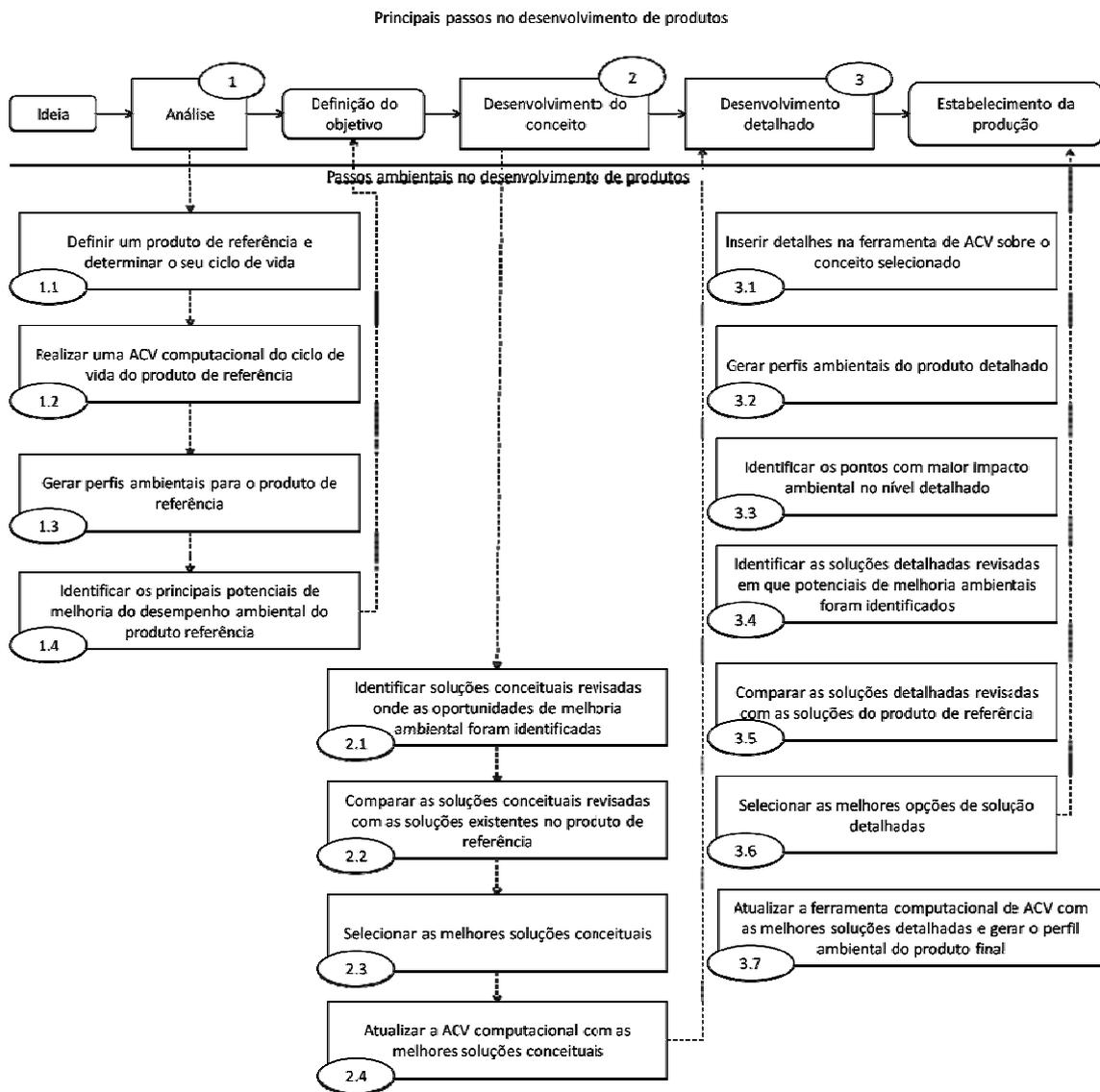


Figura 14: Propostas de integração de ecodesign baseada em ACV (NIELSEN; WENZEL, 2002)

HAUSCHILD, JESWIET; ALTING, 2004 afirmam que um erro comum na implementação do ecodesign é que a ferramenta define o processo, e não o contrário.

Essa visão fica clara na proposta feita por NIELSEN; WENZEL, 2002, uma vez que o processo de integração do ecodesign ao PDP é definido em função da ferramenta ACV, e não da natureza de processo de negócio do PDP.

Ainda, o que se observa é que a visão de desenvolvimento de produto presente nessa proposta é a do desenvolvimento seqüencial, corroborando as afirmações de que a visão sobre o que venha a ser o PDP presente nas pesquisas em ecodesign que abordam métodos e ferramentas é limitada.

TISCHNER, 2001 p. 266 propõe o que chama de um processo sistemático de ecodesign dividido em 7 fases (Figura 15).

Ao afirmar que o processo de ecodesign não é essencialmente diferente dos processos de desenvolvimento de produtos convencionais essa autora assume um discurso conciliador com as pesquisas em PDP.

No entanto, na prática propõe que o desenvolvimento de produtos que causem menos impacto ambiental seja feito de uma forma totalmente distinta, para o que propõe inclusive um processo (Figura 15), afastando ainda mais o ecodesign do PDP.

Por fim, fica também evidente que a visão de PDP implícita a essa proposta assemelha-se à visão do desenvolvimento sequencial.

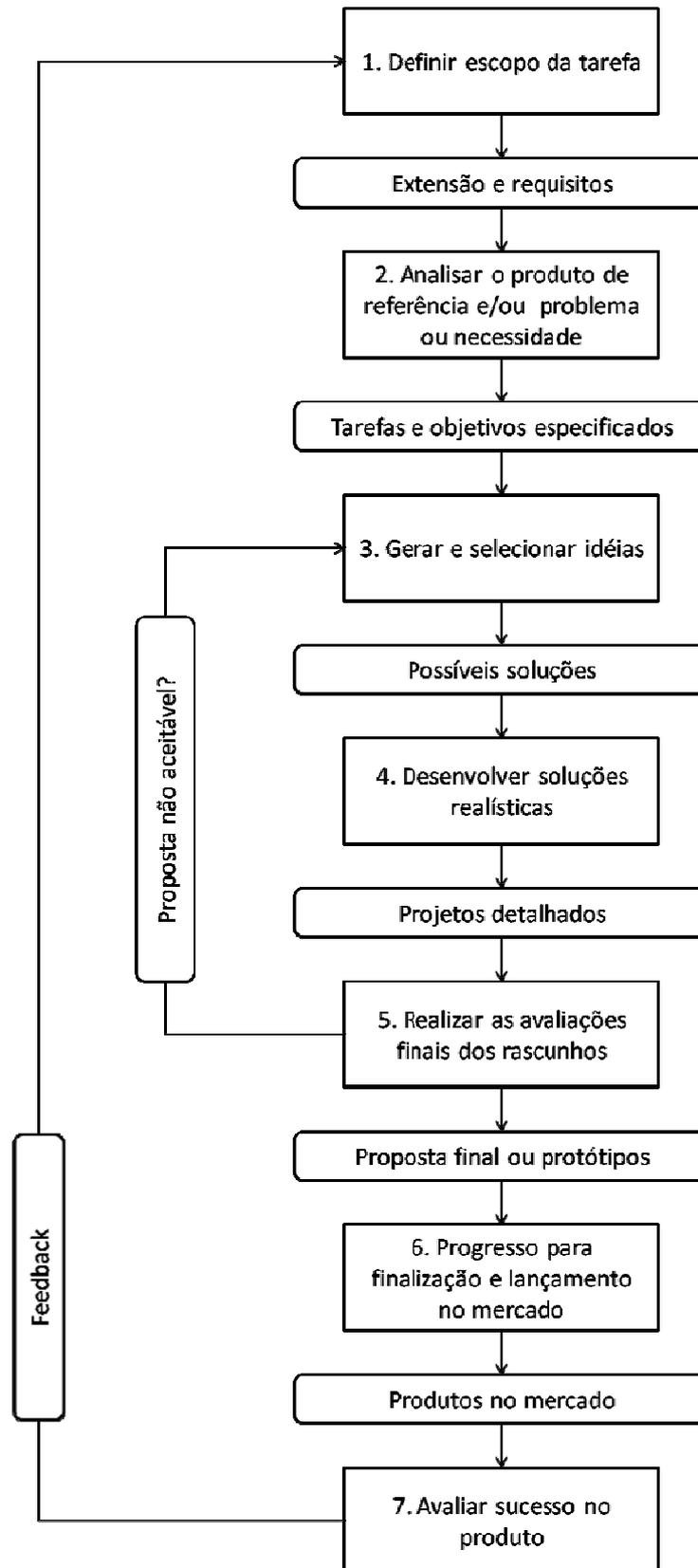


Figura 15: Processo de ecodesign (TISCHNER, 2001 p. 267)

### **3.3.3 Conclusões sobre a integração do ecodesign ao PDP**

Ao se analisar o corpo da literatura que trata de métodos e ferramentas de ecodesign e aquele que aborda a integração do ecodesign ao PDP, pode-se concluir que, mesmo dentro da área de pesquisa em ecodesign, existe um distanciamento entre as categorias existentes<sup>39</sup>. Ainda, mesmo dentro de uma mesma categoria, existem diferenças de perspectivas.

Se por um lado a literatura em ecodesign que trata das ferramentas (que segundo BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002 compõem a maior parte das pesquisas em ecodesign) apresenta uma visão limitada sobre o que seja o PDP, o mesmo não se pode dizer da literatura que aborda as barreiras e os fatores de sucesso na introdução do ecodesign ao PDP.

Ao observar a presença de elementos como dimensão estratégica, foco no cliente, envolvimento de fornecedores, ecodesign como uma *business issue*, times multifuncionais, necessidade de considerar as questões ambientais no pré-desenvolvimento e na definição da estratégia tecnológica, pode-se inferir que essa área da pesquisa em ecodesign (integração do ecodesign ao PDP) apresenta uma visão sobre PDP que se alinha àquela de processo de negócio.

No entanto, ao se analisar as propostas de integração feitas por SIMON et al., 2000, LEWIS; GERTSAKIS, 2001, p.31-40, TISCHNER, 2001 p. 266 e NIELSEN; WENZEL, 2002, pode-se concluir que a visão de PDP predominante não é a de processo de negócio, sendo o processo de desenvolvimento de produtos ecoeficientes é visto como algo distinto do PDP usual. Ainda, pôde-se inferir que apenas a dimensão operacional do PDP é considerada nessas propostas.

---

<sup>39</sup> Veja na página 62 deste documento as três categorias propostas por HANDFIELD et al, 2001

Esse distanciamento contribui sobre maneira para a baixa integração do ecodesign ao processo padrão das empresas, dificultando as chances de sucesso mercadológico nos produtos ecoeficientes.

No entanto, ao se analisar comparativamente essas diferentes visões e perspectivas, pode-se identificar os seguintes pontos em comum:

- O desenvolvimento de produtos ecoeficientes deve ser visto pelas empresas como algo estratégico, ou seja, o ecodesign deve estar alinhado à estratégia competitiva da empresa;
- A definição das estratégias de mercado/produtos e tecnológicas devem levar em consideração a os aspectos ambientais;
- Deve-se esperar que os produtos ecoeficientes auxiliem as empresas a atingirem os resultados planejados estrategicamente (notadamente os financeiros e econômicos);
- Deve-se definir claramente objetivos e metas a serem atingidas em matéria de desempenho ambiental, os quais devem estar alinhadas à estratégia competitiva da empresa. Esse objetivos devem ser definidos de forma específica para cada produto ou linha de produtos bem como o segmento para o qual serão voltados;
- Ecodesign é mais do que não utilizar materiais tóxicos e reciclagem;
- O ecodesign deve ser parte integrante do processo regular de desenvolvimento de produtos de uma empresa (processo padrão), e não um processo “paralelo” por meio do qual produtos ecoeficientes devam ser desenvolvidos;

- O ecodesign deve ser considerado também na fase de pré-desenvolvimento, influenciando na definição do conjunto de especificações a serem atingidas ao término do desenvolvimento;
- Deve-se acompanhar se os objetos e metas ambientais estão sendo alcançados com o avanço do PDP;
- Tanto a estratégia tecnológica como relação com fornecedores deve ser também pautada pela busca da redução do impacto ambiental;
- As práticas de ecodesign a serem utilizadas devem ser escolhidas em função dos objetivos e metas ambientais, e não em função da complexidade de uma ferramenta;
- As práticas de ecodesign (métodos, ferramentas, estratégias e etc) devem ser utilizadas de forma adaptada (costumizada) pela empresa;
- Embora seja necessário contar com profissionais capacitados em gestão ambiental e/ou ecodesign, as atividades de desenvolvimento de produtos ecoeficientes devem ser realizadas por equipes multifuncionais (as mesmas envolvidas nos demais desenvolvimentos da empresa) e não somente por “especialistas ambientais”.

## **4 Integrando o ecodesign ao modelo unificado**

Esse capítulo descreve o procedimento adotado na integração do ecodesign ao Modelo Unificado e está dividido em duas secções.

### **4.1 Considerações iniciais**

Aqui são abordadas as justificativas para a escolha do Modelo Unificado, definindo-se o escopo da integração e justificando em quais fases do Modelo Unificado o ecodesign será integrado, bem como as dimensões do modelo original consideradas.

#### **4.1.1 Justificativas para a escolha do Modelo Unificado**

Segundo SILVA, 2007, as atividades presentes no Modelo Unificado foram baseadas nos trabalhos de Clark; Wheelwright, 1992, Eppinger; Ulrich, 1995, Prasad, 1996 e 1997 e no modelo proposto pela APQP (Advanced Product Quality Planning model) derivado das normas TS1694 (ISO/TS16949, 2002). Esse modelo, além de incorporar as características das propostas anteriores, traz as seguintes inovações:

- Destaca a integração com o planejamento estratégico da empresa juntamente com a gestão de portfólio;
- Integra conceitos do PMBOK (2002) na fase de planejamento de projeto;
- Estabelece ciclos integrados de detalhamento, aquisição e otimização dos produtos na fase de detalhamento dos projetos de desenvolvimento;
- Inclui atividades de otimização e validação do processo produtivo e técnicas direcionadas para a ergonomia;
- Propõe uma fase de lançamento de produto integrada a os processos de assistência técnica e vendas

- Traz uma fase denominada de Pós-desenvolvimento que engloba as atividades de acompanhamento da produção e a descontinuidade do produto no mercado.

Ainda, o Modelo Unificado está integrado a dois outros processos de apoio (gerenciamento das mudanças de engenharia e melhoria do próprio PDP) e engloba também um modelo de maturidade e um processo para a transformação do PDP. Dessa forma, o esse modelo consolida e expande inovações, experiências e melhores práticas de outros modelos, sendo, dessa forma, bem abrangente e completo.

Segundo AGOSTINETO, 2006, a macro-fase de Pós-desenvolvimento do Modelo Unificado é uma inovação, já que a maioria dos autores desta área considera que o desenvolvimento de produtos termina com o lançamento do produto ao mercado.

Quanto ao objetivo propósito pretendido, esse modelo foi construído com o intuito de disseminar conceitos e melhores práticas de desenvolvimento de produtos nas empresas nacionais, apresentando forte orientação didática (Rozenfeld et al; 2006).

A presença da macro-fase de Pós-desenvolvimento no Modelo Unificado (que engloba as atividades de acompanhamento da produção e a descontinuidade do produto no mercado) faz menção clara à perspectiva do ciclo de vida dos produtos, o que é fundamental para o ecodesign.

No que se refere à questões ambientais, embora o Modelo Unificado não considere as melhores práticas de ecodesign em suas fases, atividades e tarefas, apresenta a área de meio ambiente como sendo uma das áreas de conhecimento

que permeiam todo o PDP. Essa visão abre as portas para a integração sistemática de requisitos ambientais no PDP, ou seja, ecodesign.

Essas particularidades do Modelo Unificado foram os critérios utilizados para escolhê-lo como modelo de referência para integração de melhores práticas de ecodesign. Esses critérios estão resumidos na Tabela 6.

Tabela 6: Critérios utilizados na seleção do Modelo Unificado

Critério	Descrição
Abrangência do modelo	O Modelo Unificado incorpora as inovações, experienciais e melhores práticas de outros modelos já consolidados, sendo, dessa forma, bem abrangente e completo
Perspectiva de ciclo de vida	A presença da macro-fase de Pós-desenvolvimento no Modelo Unificado faz menção clara à perspectiva do ciclo de vida dos produtos, o que é fundamental para o ecodesign
Meio ambiente como área de conhecimento envolvida no PDP	Embora o Modelo Unificado não considere as melhores práticas de ecodesign em suas fases, atividades e tarefas, apresenta a área de meio ambiente como sendo uma das áreas de conhecimento que permeiam todo o PDP. Essa visão abre as portas para a integração sistemática de requisitos ambientais no PDP, ou seja, ecodesign
Orientação didática	O Modelo Unificado foi construído com o intuito de disseminar conceitos e melhores práticas de desenvolvimento de produtos nas empresas nacionais

No entanto, no tocante ao pré-desenvolvimento<sup>40</sup>, devido às limitações do Modelo Unificado apresentadas na revisão bibliográfica (página 100 deste documento), as fases de identificação e seleção de oportunidades para produtos e geração de conceitos de produtos do modelo proposto por CRAWFORD; BENEDETTO; 2006 serão levadas em consideração.

Quanto à gestão da entrada de novos projetos no portfólio de projetos da empresa, serão consideradas as atividades e tarefas propostas no Modelo Unificado uma vez que são bem detalhadas.

---

<sup>40</sup> Atividades feitas antes do desenvolvimento do projeto do produto (OLIVEIRA, 2009 pg.12)

#### **4.1.2 Escopo da integração**

Como o ecodesign trata da introdução dos aspectos ambientais relacionados aos produtos durante as fases iniciais de seu desenvolvimento, e levando-se em consideração a estruturação do Modelo Unificado, o escopo da integração proposta nesse trabalho englobaria as fases conhecidas como Planejamento Estratégico de Produtos, Planejamento do Projeto, Projeto Informacional e Projeto Conceitual.

No entanto, como a fase do Modelo Unificado conhecida como Projeto detalhado "...dá prosseguimento à fase anterior, e tem como objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, para então serem encaminhados à manufatura e às outras fases do desenvolvimento" (ROZENFELD et al, 2006) essa fase foi também incluída no escopo da integração.

Dessa forma, as seguintes fases propostas pelo modelo unificado serão consideradas para fins de integração do ecodesign:

- Planejamento Estratégico de Produtos;
- Planejamento do Projeto;
- Projeto Informacional;
- Projeto Conceitual;
- Projeto Detalhado.

Ressalta-se, no entanto, que as oportunidades de se obter melhoras no desempenho ambiental dos produtos são reduzidas na fase de detalhamento do projeto.

Por outro lado, é nessa fase onde os impactos ambientais causados pelos produtos podem ser definidos com maior precisão (calculados) permitindo à empresa avaliar se alcançou ou não as metas ambientais estabelecidas inicialmente, bem

como gerar informações para o processo de comunicação sobre o desempenho ambiental de seus produtos.

Com relação à macro fase de pós desenvolvimento, pode fornecer informações ao PDP advindas do comportamento do produto em campo, o que pode eventualmente ser útil na melhoria de seu projeto visando reduzir impacto ambiental. No entanto, deve-se atentar para o fato de que as decisões pertinentes são tomadas sempre nas fases iniciais do PDP, sendo essa a razão por essa macro fase do Modelo Unificado não ter sido considerada na integração.

#### **4.1.3 Dimensões do Modelo Unificado consideradas na integração**

Como mostrado anteriormente (Figura 11 da página 99 desse documento), as dimensões do PDP segundo o Modelo Unificado são: estratégia, organização, atividades e recursos.

A integração do ecodesign à dimensão das atividades é discutida em detalhes na seção seguinte, por ser a mais relevante para o trabalho.

No tocante à dimensão recursos, são propostas práticas de ecodesign para auxiliar a introdução desse conceito, passando essas práticas a compor o conjunto dos recursos apresentados pelo Modelo Unificado.

Quanto à dimensão estratégica, será considerado o pré-desenvolvimento de produtos, mais especificamente, a definição de estratégias de produtos, geração de idéias de novos produtos e gestão da entrada de novos projetos de produtos no portfólio de projetos e execução.

Por fim, em relação à estrutura organizacional necessária para a gestão do ecodesign, são feitas sugestões referentes à participação de profissionais de gestão ambiental e/ou ecodesign na equipe de desenvolvimento de produtos considerando as diferentes fases do PDP.

#### **4.1.4 A integração na dimensão das atividades**

LEWIS; GERTSAKIS, 200, p.31, afirmam que pelo fato de o ecodesign tratar da consideração de impactos ambientais durante o desenvolvimento de produtos em consonância com demais critérios usualmente considerados nesse processo, não se trata de um algo completamente novo, podendo ser encarado como uma simples variação do processo de desenvolvimento existente.

Em consonância com esse princípio, optou-se por alterar minimamente o Modelo Unificado, propondo alterações em atividades existentes em detrimento à proposição de novas atividades.

Esta pesquisa sustenta que essa abordagem tornaria a introdução do ecodesign ao PDP de mais fácil assimilação por parte dos profissionais das equipes de desenvolvimento, os quais teriam maiores chances de entenderem a adoção desse conceito como uma extensão/evolução das atividades que usualmente já executam, e não como algo totalmente novo.

De fato, a integração do ecodesign ao PDP não passa necessariamente pelo uso de práticas específicas de ecodesign, pois pode acontecer também por meio de práticas já existentes, orientadas segundo o conceito do ecodesign.

Como exemplo cita-se a gestão de portfólios, prática consagrada na área de gestão do PDP. Ao se definir pelo uso de uma determinada técnica para avaliação do portfólio de produtos, deve-se garantir que critérios ambientais sejam considerados e ponderados nas análises feitas, e não desenvolver ou aplicar uma nova técnica para avaliação do portfólio de produtos “verdes”.

Nessas situações, as atividades e tarefas foram mantidas como originalmente propostas no Modelo Unificado, tendo sido acrescentadas diretrizes (denominadas de

diretrizes de ecodesign) com o objetivo de garantir que critérios ambientais sejam considerados durante a realização de atividades e tarefas.

No entanto, houve situações em que uma nova tarefa foi definida como forma de garantir que os aspectos ambientais sejam de fato levados em consideração de forma sistemática durante o PDP. Esse é o caso, por exemplo, da tarefa “Definir estratégia de fim de vida para os produtos” proposta na atividade “Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes/*stakeholders*”.

Devido à importância de se ter uma estratégia de fim de vida para os produtos (nessa fase do ciclo de vida o produto será disposto causando, eventualmente, impactos ambientais) foi proposta a inclusão de uma tarefa dedicada especificamente a esse propósito. Ainda sobre esse exemplo, a introdução da tarefa “Definir estratégia de fim de vida para os produtos” não alterou o nome da atividade na qual está inserida, indo, por exemplo, do original “Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes/*stakeholders*” para “Detalhar ciclo de vida do produto, definir seus clientes/*stakeholders* e definir estratégia de fim de vida para os produtos”.

A visão é que o detalhamento do ciclo de vida passa a incorporar a definição da estratégia de fim de vida do produto. No entanto, houve também situações em que a introdução de uma tarefa (de ecodesign) alterou o nome da atividade correspondente.

Esse é o caso da tarefa “Analisar a viabilidade ambiental do projeto”, inclusa na atividade originalmente denominada “Analisar a viabilidade econômica” da fase de Planejamento de Projeto. Essa atividade passou a ser denominada “Analisar a viabilidade econômica e ambiental do projeto”.

Somente foi proposta uma nova atividade, que é aquela que trata da introdução do ecodesign ao pré-desenvolvimento. Essa atividade foi proposta devido à importância de se considerar aspectos e impactos ambientais dos produtos nessa fase do desenvolvimento de produtos e também devido às limitações apresentadas pelo Modelo Unificado.

Assim sendo, de forma sintética, com relação à dimensão das atividades, a integração do ecodesign ao Modelo Unificado alterou tarefas existentes, propôs novas tarefas e criou uma nova atividade.

Quanto à forma de demonstração do resultado da integração, foram desenvolvidas duas alternativas:

- Versão em Planilha *Microsoft Office Excel*® e;
- Versão *on line* no Portal de compartilhamento de conhecimentos sobre Gestão do Desenvolvimento de Produtos (GDP), também conhecido como PDP NET (<http://www.pdp.org.br/ecodesign>).

No entanto, deve-se ressaltar que ambas alternativas foram construídas a partir da descrição da integração feita nesse documento, a qual detalha todo o raciocínio e o procedimento utilizado. Por fim, esse modelo aplica-se a bens de consumo duráveis e de capital, que são os produtos originalmente considerados na elaboração do Modelo Unificado.

## 4.2 Integração às atividades genéricas

As atividades genéricas são aquelas que se repetem durante as fases que compreendem o desenvolvimento do produto. A Figura 16 mostra as atividades genéricas previstas no Modelo Unificado.

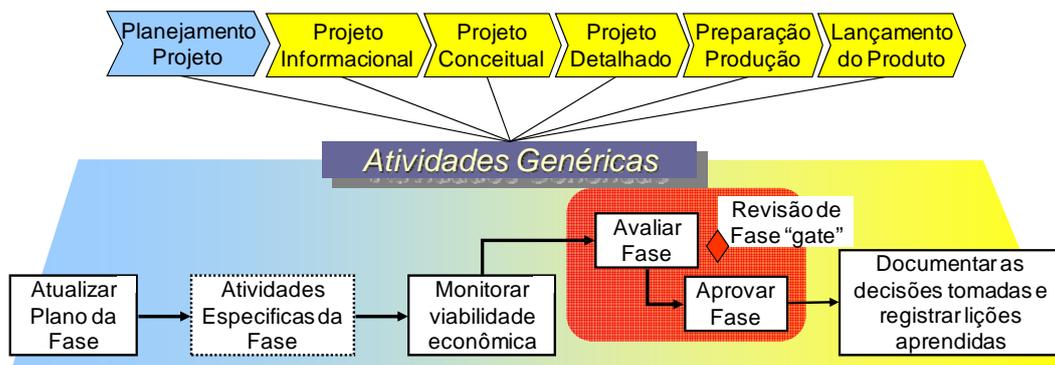


Figura 16: Atividades genéricas do Modelo Unificado (ROZENFELD et al, 2006)

Como o ecodesign visa desenvolver produtos que conciliem redução de impacto ambiental com sucesso financeiro, é fundamental que esses aspectos sejam monitorados. Dessa forma, deve-se monitorar também a viabilidade ambiental durante as fases que compreendem o desenvolvimento do produto.

Para isso, devem-se definir claramente indicadores ambientais bem como a metodologia a ser utilizada nas avaliações das fases.

Os indicadores ambientais devem ter o *status* de critérios de passagens nos *Gates*, sendo que o processo de revisão em si pode ser feito tanto por meio da auto-avaliação como pela participação dos responsáveis pelo projeto.

A definição dos indicadores ambientais deve ser feita em função dos objetivos e metas a serem atingidos em termos de redução de impactos ambientais (objetivos

e metas ambientais), os quais, por sua vez, serão definidos logo no início do PDP, durante a fase de Planejamento Estratégico de Produtos (PEP)<sup>41</sup>.

Em resumo, a introdução do ecodesign às atividades genéricas do Modelo Unificado implica no monitoramento da viabilidade ambiental durante as fases que compreendem o desenvolvimento do produto por meio de indicadores especificamente definidos para esse fim, os quais devem ter *status* de critérios de passagens nos *Gates*

Logo, a introdução do ecodesign às atividades genéricas gerou a seguinte de tarefa de ecodesign:

- T1: Monitorar a viabilidade ambiental dos projetos por meio de indicadores que apresentem o *status* de critérios de passagens nos *Gates*;

Essa tarefa compõe o conjunto de tarefas de Atividade genérica “Avaliar fase”.

#### **4.3 Integração à macrofase de pré-desenvolvimento**

No Modelo Unificado, essa macrofase marca a divisão entre o Processo de Planejamento Estratégico e o Processo de Desenvolvimento de Produtos e é dividida em duas fases: Planejamento Estratégico de Produtos (PEP) e Planejamento do Projeto.

---

<sup>41</sup> No item “4.3.1 Integração ao Planejamento Estratégico de Produtos (PEP)” a definição de objetivos e metas ambientais é discutida

#### **4.3.1 Integração ao Planejamento Estratégico de Produtos (PEP)**

Como discutido e argumentado anteriormente, as atividades de identificação e seleção de oportunidades para produtos e geração de conceitos de produtos do modelo proposto por CRAWFORD; BENEDETTO; 2006 foram adotadas como referência para a introdução do ecodesign à fase de pré-desenvolvimento.

Quanto à gestão da introdução de novos projetos de produtos (gestão de portfólio), serão utilizadas as atividades previstas originalmente no Modelo Unificado.

A atividade de identificação e seleção de oportunidades para produtos proposta por CRAWFORD; BENEDETTO; 2006 consiste no planejamento estratégico de novos produtos. Logo, é durante essa atividade que a empresa deve definir sua estratégia de ecodesign, ou seja, como se iniciará junto ao tema do desenvolvimento de produtos ecoeficientes.

A empresa deverá definir questões de segmentação de mercado, definindo a qual conjunto de consumidores (segmento de mercado) os produtos ecoeficientes serão voltados, sendo que esse conjunto de consumidores definirá, em última análise, os requisitos que os produtos ecoeficientes deverão atender<sup>42</sup>. Ainda, a empresa deve decidir sobre o posicionamento desses produtos junto ao mercado, avaliando o desempenho ambiental da sua linha atual de produtos frente os da concorrência, a um desempenho ambiental pretendido estrategicamente, a leis e regulamentações e também a normas.

Parte crucial da estratégia de ecodesign é definir objetivos e metas ambientais para os produtos ecoeficientes. Existem muitas maneiras de se definir objetivos e metas ambientais, sendo algumas delas (lista não exaustiva) apresentadas a seguir.

---

<sup>42</sup> O levantamento dos requisitos é feito na fase de Projeto Informacional do Modelo unificado

- Objetivos e metas ambientais são definidos em função de normas que regulam etiquetagens de produtos
  - Como por exemplo, o Selo PROCEL existente no Brasil. No setor conhecido como linha branca, a obtenção de um selo como esse (que traz no seu bojo a necessidade de melhor eficiência energética, que seria, nesse caso, o objetivo ambiental a ser perseguido) pode definir os objetivos e metas ambientais a serem perseguidos pelas ações de ecodesign. No tocante ao setor de eletroeletrônicos, selos como o EPEAT<sup>43</sup> (*Electronic Product Environmental Assessment*) e o ENERGY STAR<sup>44</sup> ilustram esse quadro. Nesse caso, esses padrões determinam diretamente os objetivos e metas ambientais, não sendo necessário o uso de práticas de ecodesign;
- Objetivos e metas ambientais são definidos em função de legislações
  - Como exemplo cita-se a Diretiva 2002/95 da Comunidade Européia que trata da “Restrição de uso de Substâncias Perigosas” em produtos eletroeletrônicos. Ao se decidir por atender a essa diretiva, por exemplo, a empresa pode definir seus objetivos e metas ambientais em função das especificações contidas nessa diretiva (por exemplo, a eliminação do uso de retardantes de chama).
- Os objetivos e metas ambientais são definidos em função de exigências governamentais em processos de compra públicas
  - O estado possui grande poder de influenciar o desempenho ambiental dos produtos que consome. Nesse sentido, inúmeros países começam a definir políticas de compras que levem em consideração o desempenho ambiental de produtos. Esse mecanismo, que ficou conhecido como “Compras verdes”, pode definir quais são os objetivos e metas de uma empresa em matéria de ecodesign, caso essa empresa já forneça ou esteja interessada em fornecer para o estado. Exemplo desse mecanismo vem dos EUA, onde a cidade de São Francisco passou a exigir, desde março de 2009, que PCs, Laptops e workstations adquiridas pelo município devem ter o selo EPEAT

---

<sup>43</sup> <http://www.epeat.net/>, acesso em 21.08.2008

<sup>44</sup> <http://www.energystar.gov/>, acesso em 21.08.2008

*Gold*<sup>45</sup>. Ressalta-se que situação semelhante pode ocorrer envolvendo relações de compra e venda entre empresas (Business to Business), onde a compradora pode estabelecer critérios ambientais como exigências a serem atendidas pelos vendedores.

Ainda, as possibilidades acima descritas podem ser combinadas na definição de objetivos e metas ambientais. Alguns exemplos de possíveis combinações são:

- Uma empresa de eletrônicos pode definir pela busca do selo EPEAT para sua linha de notebooks voltados para o uso corporativo a partir da constatação de que um de seus principais concorrentes obteve esse selo para seus notebooks voltados a esse segmento de mercado;
- Uma empresa decide exportar suas máquinas de lavar louças para a Europa, tendo, para isso, que atender as exigências da Diretiva 2002/95

Em comum, essas metas ambientais têm natureza predominantemente qualitativa e não precisam ser auxiliadas por práticas de ecodesign.

No entanto, existem metas ambientais cuja natureza predominantemente é quantitativa e para as quais práticas específicas de ecodesign são necessárias. Isso é o que ocorre quando, por exemplo, objetivos e metas ambientais são definidos em função de impactos ambientais causados por produtos que a empresa já comercializa.

Nessa situação, a empresa poderia conhecer quais são os impactos ambientais de seus produtos, o que implica na adoção de práticas de ecodesign voltadas à avaliação de impacto ambiental, podendo ser completas ou simplificadas. Nesse contexto, as seguintes práticas de ecodesign poderiam auxiliar na definição de objetivos de metas ambientais:

- Avaliação do Ciclo de Vida (ANEXO 2);

---

<sup>45</sup> <http://www.epeat.net/NewsDocuments/San%20Francisco.GOLD.09-03.pdf>, acesso em

- Matriz MECO (ANEXO 3);
- Matriz MET (ANEXO 3);
- Matriz DfE (ANEXO 2);
- Ecoindicator 99 (ANEXO 2).

Outro exemplo é quando objetivos e metas ambientais são definidos em função de produtos semelhantes de concorrentes. Nesse processo, poder-se-ia adotar duas abordagens distintas.

Na primeira delas, os impactos ambientais de um determinado produto concorrente são calculados de forma idêntica ao processo acima descrito, ou seja, por meio da adoção de práticas de ecodesign voltadas à avaliação de impacto ambiental. De forma análoga, os impactos ambientais causados por produtos da empresa seriam calculados e, por fim, seriam comparados com os da concorrência.

Por meio desse processo de comparação, poder-se-ia objetivos e metas ambientais.

Na outra abordagem, os impactos ambientais de, por exemplo, um produto da empresa são comparados aos do produto concorrente. Nesse caso, as seguintes práticas de comparativas de ecodesign poderiam auxiliar na definição de objetivos de metas ambientais:

- Philips Fast Five Awareness (ANEXO 1);
- Funktionkosten (ANEXO 4);
- Dominance Matrix or Paired Comparison (ANEXO 4);
- Econcept Spiderweb (ANEXO 4);
- LiDS-wheel (ANEXO 3).

Segundo CHARTER, 2001 P.229 existem quatro níveis de integração de considerações ambientais (*environmental considerations*) ao desenvolvimento de produtos:

- Nível 1: os produtos são melhorados de forma incremental;

- Nível 2: os produtos existentes são re-projetados;
- Nível 3: as funcionalidades do produto são atingidas de uma forma alternativa por meio da criação de novos conceitos;
- Nível 4: conceitos de funcionalidade são concebidos para se adequarem a uma sociedade sustentável.

Ainda segundo esse autor, as escolhas referentes ao nível de integração de considerações ambientais ao PDP devem ser feitas em função do nível de inovação ambiental<sup>46</sup> (*eco-innovation*) pretendida pela empresa (CHARTER, 2001 P.229).

Assim, a definição dos objetivos e metas ambientais deve estar alinhada com o nível de inovação ambiental pretendido pela empresa, o que é uma decisão de caráter estratégico. Por exemplo, caso uma empresa ambicione altos níveis de inovação ambiental e defina objetivos e metas ambientais arrojados, dificilmente os alcançará por meio de melhorias incrementais de projetos de produtos existentes.

Essa decisão estratégica (nível de inovação ambiental pretendido pela empresa) influenciará também a definição do tipo de projeto de desenvolvimento de produtos (e conseqüentemente da versão do Modelo Unificado a ser adotado), o que será abordado na integração do ecodesign à Fase de Planejamento do Projeto (no entanto, pode-se adiantar que se deve guardar coerência com o nível de inovação ambiental pretendido e o tipo de projeto de desenvolvimento).

Ainda durante a atividade de identificação e seleção de oportunidades para produtos a empresa deverá definir se optará por uma estratégia de diferenciação de

---

<sup>46</sup> A inovação ambiental para esse autor é função do nível de redução de impacto ambiental obtido em um projeto ou re-projeto: quanto menos impacto ambiental o produto causar, maior é a inovação ambiental

produtos ou pela alteração de todo o seu processo padrão por meio do qual desenvolve produtos.

Uma vez que o ecodesign visa conciliar aspectos financeiros com ambientais, as avaliações e classificações feitas ao término da atividade de identificação e seleção de oportunidades devem ser mantidas as mesmas para produtos ecoeficientes.

Por fim, ao término da atividade de identificação e seleção de oportunidades as minutas associadas às oportunidades levantadas devem conter claramente os objetivos e metas ambientais bem como se será desenvolvido um produto ou uma linha de produto. No caso da linha de produto, objetivos e metas devem ser estabelecidos para cada projeto de desenvolvimento.

Na atividade seguinte da fase de pré-desenvolvimento proposta por CRAWFORD; BENEDETTO; 2006 (denominada de geração de conceitos de produtos) idéias e conceitos de produtos são desenvolvidos para as oportunidades anteriormente identificadas e expressas nas respectivas minutas.

Nessa atividade, idéias e conceitos oriundos de outras fontes internas e externas à empresa são utilizadas, sendo o resultado final um conjunto de conceitos para novos produtos variando desde idéias superficiais até protótipos funcionais (CRAWFORD; BENEDETTO; 2006).

CHARTER, 2001, pg.229 afirma que as considerações ambientais podem ser inclusas no início da fase de geração de idéias e/ou durante a fase de refinamento dos conceitos gerados.

Dessa forma, poder-se-ia, a partir desse momento, lançar mão de práticas de ecodesign que auxiliam a equipe desenvolvedora de produtos a encontrar soluções de projeto que reduzam o impacto ambiental do produto em desenvolvimento. Nesse

contexto, as seguintes práticas de ecodesign poderiam auxiliar na geração de idéias e conceitos para produtos ecoeficientes:

- Estratégias ambientais propostas por GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.193 (Tabela 1, página 56 deste documento);
- Estratégias de ecodesign propostas por LEWIS; GERTSAKIS, 2001 (página 55 deste documento);
- As “Dez regras de ouro do ecodesign” segundo LUTTROPP; LAGERSTEDT, 2006 (ANEXO 2);
- Estratégias de *life cycle design* propostas por VEZZOLI; MANZINI, 2008, pg.64 (página 55 deste documento);
- Ferramentas para o provimento de auxílio à geração de idéias, design e especificações preliminares propostas por TISCHNER, 2001, p.269-270 (página 60 deste documento);
- Ferramentas para a geração de idéias proposta por BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p. 65 (página 51 deste documento);
- Ferramentas para fornecer assistência para a concepção e *brainstorming* propostas por BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006; (página 65 deste documento);

De posse dos conceitos e projetos de produtos a equipe que executa o PEP (Time de Planejamento Estratégico de Produtos) poderá dar início à análise e proposição de mudanças no portfólio de produtos da empresa, o que é feito sob a égide do gerenciamento de portfólio.

Deve-se salientar que as informações necessárias para embasar as decisões relativas ao ecodesign devem fazer parte do conjunto de informações utilizadas na criação de cenários atuais e futuros de tendências tecnológicas e de mercados,

cenários esses utilizados na verificação da adequação do atual portfólio de produtos da empresa. Ou seja, não se devem criar novos cenários, mas sim ampliar os usualmente elaborados de tal forma que contemplem as tendências de redução de impactos ambientais causadas pelos produtos.

Objetivo do gerenciamento de portfólio é definir uma linha de produtos que maximize a lucratividade da empresa ao mesmo tempo em que minimiza os riscos inerentes a cada um dos projetos e atende às necessidades dos clientes-alvos, como definido na estratégia de negócios. Dessa forma, a decisão sobre projetos a serem desenvolvidos ou não pela empresa deve ser feita de forma estruturada, pois o sucesso da linha de produtos da empresa é fundamental pra sua sobrevivência.

Nesse sentido, a gestão do portfólio envolve atividades de avaliação dos projetos e produtos existentes, identificações de novas idéias, priorização e escolhas. Nesse contexto, tanto a análise como a revisão do portfólio de produtos deverá levar em consideração a situação atual da empresa em relação a produtos ecoeficientes, o que a auxiliará na definição de uma situação futura que inclua produtos ecoeficientes em seu portfólio.

Essa situação futura deve ser contemplada tanto preliminarmente na lista de idéias de novos produtos como de forma consolidada nas propostas de mudanças no portfólio, sendo que se deve atentar para a necessidade de que critérios ambientais constem da metodologia de revisão do portfólio a ser utilizada nessas avaliações (tanto avaliações de posicionamento como de desempenho dos produtos), critérios esses que devem ser específicos para cada projeto de produto ecoeficiente, devendo ser definido em função dos objetivos e metas ambientais definidos para cada projeto.

Na definição do futuro portfólio de produtos, o Modelo Unificado dá especial atenção ao aspecto da diferenciação e do posicionamento, além dos critérios de avaliação do portfólio de produtos.

Como apontado na revisão bibliográfica, um dos principais *drivers* para a adoção do ecodesign é a crescente demanda por produtos com baixo impacto ambiental. Fruto da crescente conscientização ecológica dos consumidores, esse cenário aponta uma tendência para se obter um diferencial de competitividade por meio do desenvolvimento de produtos ecoeficientes voltados a setores específicos.

Como exemplo dessa tendência, em 2008 a participação dos produtos da linha “verde” nas vendas totais da Electrolux nos países Nórdicos atingiu 43% <sup>47</sup>.

Dessa forma, poder-se-ia considerar também a adição de valor associado à diferenciação de produtos por meio da redução de impactos ambientais.

Ainda, o desenvolvimento de produtos ecoeficientes é usualmente associado à inovação<sup>48</sup>, que é outra forma de agregar valor aos produtos.

Essas perspectivas auxiliam a empresa a perceber a dimensão de negócio associado ao ecodesign, contribuindo com o êxito de sua integração ao PDP da empresa.

Como o envolvimento de profissionais da área de gestão ambiental e/ou ecodesign é um fator de sucesso para a introdução do ecodesign ao PDP, deve-se

---

<sup>47</sup> *Electrolux GRI (Global Report Initiavite) summary report 2008*. Disponível em:

[http://www.electrolux.com/Files/Sustainability/PDFs/2009\\_PDF//Electrolux%20GRI%20summary%20report%202008,%20Sustainability%20matters.pdf](http://www.electrolux.com/Files/Sustainability/PDFs/2009_PDF//Electrolux%20GRI%20summary%20report%202008,%20Sustainability%20matters.pdf) 18.10.2008

<sup>48</sup> De fato, nota-se na literatura a associação do termo ecodesign com inovação, como, por exemplo, em MAGNUSSON, 2002.

garantir a participação desses profissionais no time de planejamento estratégico de produtos.

Caberia a esses profissionais, por exemplo, garantir o levantamento das informações “ambientais” a serem utilizadas na elaboração dos cenários utilizados para se rever o portfólio, elaborar estudos relacionados aos produtos ecoeficientes a os apresentarem nos workshops usualmente realizados nessa fase (onde os membros do time de planejamento estratégico de produtos apresentam estudos específicos, realizam análises, discutem os resultados e tomam decisões), propor objetivos e metas ambientais, avaliar se empresa dispõe de capacidade para implementar o ecodesign, sendo o primeiro passo nesse sentido avaliar se existem pessoas aptas a lidar com projetos de ecodesign, e etc.

Como resultado da integração do ecodesign, ao término da fase do PEP, as minutas dos projetos de produtos ecoeficientes poderiam refletir os objetivos e metas ambientais a serem atingidos, os quais servirão como diretrizes a balizar o trabalho da equipe de desenvolvimento nas fases seguintes do PDP.

A integração de ecodesign ao PEP deve garantir que produtos ecoeficientes sejam introduzidos no portfólio de produtos da empresa, com respectivos objetivos e metas. Essa introdução deve ser baseada em uma estratégia de segmentação e posição bem definidas, sendo que a estratégia tecnológica deve incorporar objetivos e metas ambientais.

Nesse contexto, foi criada uma atividade de ecodesign denominada “Definição da estratégia de ecodesign”.

Essa atividade visa delinear como uma empresa se iniciará junto ao tema do desenvolvimento de produtos que causem menos impactos ambientais e é constituída pelas seguintes tarefas.

- T2: Definir objetivos e metas ambientais;
- T3: Definir forma como os produtos ecoeficientes serão introduzidos ao portfólio de projetos da empresa.

Essa atividade tem como entrada a estratégia competitiva da empresa e como saída uma lista de idéias para projetos de produtos ecoeficientes, idéias essas que serão consideradas para efeitos de análise da gestão de portfólio.

São exemplos de práticas de ecodesign que podem auxiliar na definição de objetivos e metas ambientais:

- Avaliação do Ciclo de Vida (ANEXO 2);
- Matriz MECO (ANEXO 3);
- Matriz MET (ANEXO 3);
- Matriz DfE (ANEXO 2);
- Ecoindicator 99 (ANEXO 2);
- Philips Fast Five Awareness (ANEXO 1);
- Dominance Matrix or Paired Comparison (ANEXO 2);
- LiDS-wheel (ANEXO 2).

Ainda, as seguintes diretrizes foram criadas visando orientar atividades e tarefas já previstas no Modelo Unificado:

• D1: As avaliações e classificações feitas ao término da atividade de identificação e seleção de oportunidades devem ser mantidas para produtos ecoeficientes. Em outras palavras, não é porque se está tratando do desenvolvimento de produtos que causem menos impacto ambiental que se deve alterar a forma como são selecionadas oportunidades de projetos para novos produtos;

• D2: As informações necessárias para embasar as decisões relativas ao ecodesign devem fazer parte do conjunto de informações utilizadas na criação de cenários atuais e futuros de tendências tecnológicas e de mercados;

- D3: Tanto a análise como a revisão do portfólio de produtos deverá levar em consideração a situação atual da empresa em relação a produtos ecoeficientes;
- D4: Critérios ambientais devem constar da metodologia de revisão do portfólio a ser utilizada, critérios esses que devem ser específicos para cada projeto de produto ecoeficiente, devendo ser definido em função dos objetivos e metas ambientais definidos para cada projeto;
- D5: Deve-se considerar a adição de valor associado à diferenciação de produtos por meio da redução de impactos ambientais;
- D6: Deve-se considerar o ecodesign como inovação em produtos, que é também uma fonte de agregação de valor;
- D7: Deve-se garantir a participação de profissionais da área de gestão ambiental e/ou ecodesign no time de planejamento estratégico de produtos.

#### **4.3.2 Integração ao Planejamento do Projeto**

O objetivo dessa fase é realizar o planejamento dos projetos de novos produtos previstos no portfólio.

O planejamento do projeto compreende os esforços para identificar todas as atividades, recursos e a melhor forma de integrá-los para que o projeto siga em frente com o mínimo de erros. O resultado é o plano de projeto do produto, que compreende informações relevantes para a execução do projeto.

É importante notar logo de início que caso a empresa não tenha tomado as decisões estratégicas sobre o ecodesign durante o PEP e caso elas não estejam consolidadas na(s) minuta(s) do(s) projeto(s), o planejamento de projetos “ignorar” essas questões. No entanto, caso tenham sido definidas no PEP, o planejamento dará suporte à materialização dos objetivos e metas ambientais.

Quanto à equipe de execução do projeto, poderia contar com especialistas da área ambiental para auxiliar nessas atividades, o que não é usual na maioria das empresas, onde os profissionais da área de gestão ambiental/ecodesign freqüentemente se ocupam apenas dos impactos ambientais gerados pelo processo de fabricação (modelo ISO 14001), não fazendo parte dos times de desenvolvimento. Assim, a definição dos interessados no projeto poderia contemplar profissionais da área ambiental que, caso não tenham se juntado à equipe durante o PEP, deverão fazê-lo nesse momento.

A definição do escopo do produto deverá consolidar os objetivos e metas ambientais estabelecidos para os produtos ecoeficientes durante o PEP, o que deve ser feito com base na minuta previamente elaborada. Caso durante o PEP tenham sido definidos apenas os objetivos, poder-se-ia definir as metas associadas nessa atividade de tal modo que o detalhamento do projeto contemple tanto os objetivos como as metas ambientais previamente estabelecidas.

Definidos os objetivos e metas ambientais, é necessário definir como alcançá-los, ou seja, por meio de quais projetos de desenvolvimento.

Como discutido na revisão bibliográfica sobre desenvolvimento de produtos, mesmo dentro de uma empresa específica, os projetos de desenvolvimento de produtos podem variar bastante em termos de complexidade e inovação, indo desde aqueles que envolvem pequenas variações de produtos existentes até projetos que geram uma nova categoria de produto podendo demandar, inclusive, o projeto de uma nova fábrica.

É nessa fase do Modelo Unificado que está prevista sua adaptação em função do tipo de projeto de desenvolvimento.

Segundo ROZENFELD et al, 2006, os projetos de desenvolvimento de produtos podem ser classificados (segundo o grau de mudanças que o projeto representa em relação a projetos anteriores) em:

- Projeto radical: envolvem modificações significativas no projeto do produto ou processo existente as quais resultam em um produto totalmente novo para a empresa e/ou para o mercado;
- Projeto plataforma ou próxima geração: resulta em um produto que não é totalmente novo para a empresa embora apresente mudanças significativas em sua concepção;
- Projeto incremental ou derivado: cria produtos e processos que são derivados, híbridos, ou com pequenas modificações em relação a projetos já existentes.

Quanto menor for o grau de inovação e complexidade do projeto de desenvolvimento, maior será a quantidade e a qualidade das informações disponíveis sobre o produto no início de seu desenvolvimento.

Esse seria o caso de um projeto do tipo incremental.

Considerando que 2/3 das atividades de desenvolvimento de produtos empreendidas pelas empresas consistem em melhorias de produtos existentes, empresas iniciantes em ecodesign concentram suas atividades no redesign de produtos existentes (ERNZER; OBERENDER; BIRKHOFFER, 2002)

Esse tipo de projeto implicaria, por exemplo, em buscar a redução do impacto ambiental de um produto do portfólio da empresa que se encontra atualmente no mercado, diversificando, assim, o portfólio de produtos da empresa. Um projeto dessa natureza viabilizaria o uso de práticas de avaliação de impactos ambientais completas (ACV). Dessa forma, seria possível conhecer *a priori* os *Environmental*

*Hot Spots*<sup>49</sup>. Nessa situação, o time de desenvolvimento estaria em uma posição privilegiada para melhorar o desempenho ambiental do produto em desenvolvimento por meio de melhorias incrementais no produto existente, uma vez que poderiam voltar seus esforços aos *Environmental Hot Spots* já identificados e quantificados, os quais seriam candidatos naturais a serem os objetivos ambientais.

Essa é a situação de que trata a proposta feita por NIELSEN; WENZEL, 2002 (Figura 14). Analogamente, poderiam ser utilizadas práticas de avaliação ambiental simplificadas como MECO e MET (ambas descritas no ANEXO 3).

No outro extremo, para os projetos em que tanto o grau de inovação quanto o de complexidade são altos, a equipe de desenvolvimento não teria como saber, a priori, quais são os *Environmental hot spots* devido a pouca quantidade e qualidade das informações acerca do produto disponíveis nas fases iniciais de seu desenvolvimento.

Nessa situação, a tarefa de reduzir o impacto ambiental do produto é mais complexa, e os envolvidos poderiam iniciar suas atividades lançando mão de práticas qualitativas (como as 10 Regras de ouro do ecodesign e as estratégias de ecodesign) e migrando para o uso de práticas de ecodesign de avaliação de impacto ambiental e comparativas à medida que a quantidade e qualidade dos dados sobre o produto em desenvolvimento vão aumentando.

Procedendo dessa forma, poder-se-ia ir avaliando se os objetivos e metas ambientais estão sendo atingidos.

Dessa forma, a adaptação do modelo em função do tipo de projeto de desenvolvimento deve estar alinhada com os objetivos e metas ambientais

---

<sup>49</sup> São os principais impactos ambientais causados pelo ciclo de vida de um produto segundo NIELSEN; WENZEL, 2002

estabelecidos anteriormente os quais, por sua vez, devem estar alinhados com o nível de inovação ambiental pretendido estrategicamente pela empresa.

É importante ressaltar que durante a atividade “Definir escopo do produto” o desempenho ambiental desejado para os produtos ecoeficiente poderia ser especificado de forma clara e objetiva e em função das minutas desenvolvidas na fase de pré-desenvolvimento.

O orçamento do projeto poderia contemplar previsões dos custos relacionados às atividades e recursos de ecodesign, como a compra de um software para avaliação e impactos ambientais ou a contratação de uma consultoria em ecodesign, por exemplo.

A análise de viabilidade do projeto poderia contemplar também o desempenho ambiental esperado para o produto. Dessa forma, deve-se definir indicadores ambientais e metodologia de avaliação de impacto ambiental a ser utilizada.

Os indicadores ambientais poderiam estar alinhados aos objetivos e metas estabelecidos anteriormente.

Quanto à metodologia para analisar a viabilidade ambiental pode ser tanto qualitativa (como um *checklist* para verificar o uso de materiais tóxicos, por exemplo) como quantitativa (como a ACV), dependendo dos objetivos e metas ambientais e do nível de controle desejado.

Isso não significa, em absoluto, que a análise da viabilidade econômico-financeira (estimando as perspectivas de desempenho financeiro do produto resultante do projeto) deva ser preterida.

No tocante ao estabelecimento de parcerias de desenvolvimento, desde os fornecedores de *commodities* até os parceiros de riscos devem estar alinhados com os objetivos da empresa voltados à redução de impactos ambientais de seus

produtos. Logo, o planejamento das aquisições deveria considerar também aspectos ambientais na identificação de fornecedores potenciais, os quais podem ser questionados ou mesmo auditados quanto às suas práticas ambientais. Essas práticas devem ocorrer em conjunto com aquelas empreendidas pela empresa no âmbito da *Supply Chain Management*.

Novamente cabe destacar a importância da definição de objetivos e metas no PEP, pois quer seja para o redesign de produtos existentes quer seja para o desenvolvimento de produtos novos, o plano de projeto contendo o escopo do produto e do projeto poderia contemplar os objetivos e metas de redução de impactos ambientais definidos anteriormente no PEP.

A definição do tipo de projeto de desenvolvimento afeta sobremaneira a introdução do ecodesign ao PDP. Assim, deveria-se guardar coerência entre os objetivos e metas pretendidos para os produtos ecoeficientes e a definição do tipo de projeto que será desenvolvido para se atingir tais objetivos e metas.

No Modelo Unificado fala-se somente em “Analisar a viabilidade financeira do projeto”, durante a fase de Planejamento do Projeto.

Logo, foi proposta uma nova tarefa denominada “Analisar a viabilidade ambiental do projeto” na atividade “Analisar a viabilidade econômica do projeto”, a qual passou, então, a se chamar “Analisar a viabilidade econômica e ambiental do projeto”.

Assim, a seguinte tarefa de ecodesign foi adicionada a fase de Planejamento do Projeto:

- T4: Analisar a viabilidade ambiental do projeto

Ainda, as seguintes diretrizes foram criadas visando orientar atividades e tarefas já previstas no Modelo Unificado:

- D8: A definição dos interessados no projeto deve contemplar profissionais da área de gestão ambiental/ecodesign;

- D9: A definição do escopo do produto deverá consolidar os objetivos e metas ambientais estabelecidos para os produtos ecoeficientes durante o PEP, o que deve ser feito com base na minuta previamente elaborada;

- D10: A adaptação do modelo em função do tipo de projeto de desenvolvimento deve estar alinhada com os objetivos e metas ambientais estabelecidos anteriormente os quais, por sua vez, devem estar alinhados com o nível de inovação ambiental pretendido estrategicamente pela empresa;

- D11: O orçamento do projeto deve contemplar previsões dos custos relacionados às atividades e recursos de ecodesign;

- D12: Desde os fornecedores de commodities até os parceiros de riscos devem estar alinhados com os objetivos da empresa voltados à redução de impactos ambientais de seus produtos

#### **4.4 Integração à macrofase de desenvolvimento**

Responsável pelo projeto do produto, iniciando na declaração de escopo e no planejamento, vindos da macro-fase anterior, e terminando com o lançamento do produto no mercado, essa macrofase é a mais importante do PDP.

Como discutido anteriormente, as fases que pertencem ao escopo da integração são as seguintes:

- Projeto informacional: objetiva desenvolver um conjunto de informações (o mais completo possível) chamado de especificações-meta do produto;

- Projeto conceitual: as atividades dessa fase estão relacionadas com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto;
- Projeto detalhado: os detalhamentos feitos nessa fase objetivam obter um produto integrado que atenda aos requisitos dos clientes e demais especificações-metas advindas da fase do projeto informacional.

Deve-se ressaltar, no entanto, que nem sempre essas atividades ocorrem em sua plenitude.

Isso ocorre devido às adaptações feitas no modelo em função do tipo de projeto a ser desenvolvido.

Em verdade, as atividades previstas no modelo somente ocorrem integralmente para o caso do desenvolvimento de produtos totalmente novos (que é o caso mais extremo), sendo possível (dependendo do tipo do projeto) que as fases de projeto informacional e conceitual sejam feitas simultaneamente.

#### **4.4.1 Integração ao Projeto Informacional**

O processo de revisar e atualizar o escopo do produto deve contemplar os objetivos e metas de redução de impactos ambientais definidos anteriormente no PEP e/ou durante o Planejamento do projeto.

Logo, a análise do problema de projeto, das tecnologias disponíveis e necessárias, a pesquisa por padrões / normas, patentes e legislação bem como a pesquisa por produtos concorrentes e similares devem suportar o desenvolvimento das especificações-meta do produto que contemple os objetivos e metas ambientais.

O primeiro passo nesse sentido é definir o ciclo de vida do produto e seus clientes. Nesse trabalho duas visões complementares sobre ciclo de vida do produto são abordadas.

A primeira delas é a inerente ao Modelo Unificado. Nessa visão o ciclo de vida é dividido em três macrofases: Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento (ROZENFELD et al., 2006).

O pré-desenvolvimento envolve os processos que acontecem antes do início de um projeto de desenvolvimento de um produto e garante o alinhamento desse processo de negócio com a estratégia competitiva da empresa.

O desenvolvimento contempla a realização de projetos de desenvolvimento do produto e seu lançamento no mercado.

O pós-desenvolvimento ocorre após o lançamento do produto, na fase em que já se encontra no mercado envolvendo sua maturação e retirada do mercado.

A Figura 17 ilustra a segunda visão do ciclo de vida abordada nesse trabalho. Essa visão é mostrada sob a ótica do fluxo de materiais e incorpora o reuso, a remanufatura e a reciclagem como estratégias de fim da vida útil do produto, visando o fechamento do ciclo dos materiais e a minimização da extração de matérias primas para a manufatura de novos produtos.

Figura 17: Ciclo de vida de um produto segundo o fluxo de materiais (GUELERE FILHO et al., 2009)

O fluxo principal é composto pelas fases de extração da matéria-prima, processamento por indústrias de base, manufatura, uso e descarte. Cada uma dessas fases consome insumos/recursos (como energia e matéria-prima) e gera dejetos (resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas), que devem ser devidamente tratados e dispostos e/ou reaproveitados no processo produtivo por meio das estratégias de fim de vida, minimizando assim o impacto ambiental tanto na disposição quanto no consumo de novos recursos.

A relação entre essas visões é que o ciclo de vida material é definido a partir das informações geradas ao término da macrofase de desenvolvimento e ocorre na macrofase de pós-desenvolvimento.

Como cada produto possui seu próprio ciclo de vida, a definição do ciclo de vida de um determinado produto deve levar em consideração as ações de ecodesign previstas especificamente para esse produto. Para ilustrar, pode-se usar a necessidade de recolha de equipamentos eletroeletrônicos imposta pela comunidade europeia por meio da diretiva conhecida como Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (Diretiva 2002/96/EC).

Essa diretiva impôs aos fabricantes originais de equipamentos elétricos e eletrônicos que produzem ou comercializam naquele bloco econômico a responsabilidade de gestão dos produtos descartados. No caso, por exemplo, de uma empresa nacional fabricante de produtos elétricos e eletrônicos interessada em comercializar seus produtos nesse bloco econômico, objetivos e metas ambientais (definidos no PEP) poderiam ser definidos em função dessa diretiva. Assim, a definição do ciclo de vida dos produtos, que se planeja exportar para a Comunidade Européia, deve contemplar a fase de descarte do produto bem como o respectivo cenário de fim de vida.

Já para comercializar seus produtos no mercado interno, devido à ausência de uma legislação como a citada acima, a empresa poderia definir o ciclo de vida para os mesmos produtos desconsiderando essa estratégia de fim de vida. Embora isso não seja recomendável, seria possível e legalmente aceito.

A definição sobre essas possibilidades deve ser feita em conjunto com a definição dos clientes associados ao ciclo de vida do produto, tanto os internos como os intermediários e externos e deve garantir que seja definida uma estratégia de fim de vida útil para os produtos como, por exemplo, reciclagem e remanufatura.

Definido o ciclo de vida e os clientes do produto, inicia-se então a identificação dos requisitos desses clientes para o produto, os quais são então traduzidos nos requisitos do produto os quais, por sua vez, definem as especificações-meta do produto.

O uso de listas de verificação (*checklist*) é pratica comum para a obtenção de requisitos do produto. Logo, checklists com requisitos ambientais poderiam ser utilizados para guiar a equipe de desenvolvimento.

Existem muitos métodos de ecodesign encontrados na literatura que se resumem a checklists. Como exemplo, cita-se:

- *Ecodesign Checklist Method* (ANEXO 1);
- *EcoDesign Checklis* (ANEXO 4);

Deve-se observar que, segundo a classificação proposta nesse trabalho, essas são práticas prescritivas de ecodesign.

O impacto das melhores práticas de ecodesign deve ser tal que os requisitos-metas do produto devem considerar também os impactos ambientais que poderão ser causados pelo produto em desenvolvimento em adição aos requisitos-meta tradicionais da qualidade.

Dessa forma, fala-se também em requisitos ambientais os quais, por sua vez, poderão ser definidos por meio do uso de métodos consagrados na área de desenvolvimento de produto, como a *Quality Function Deployment* (QFD).

Esse método seria “alimentado” com resultados advindos do uso de uma prática de avaliação e impacto ambiental (como por exemplo, a ACV), pois assim os requisitos ambientais estariam de fato sendo definidos em função do impacto ambiental causados pelos produtos.

De forma mais específica, poder-se-ia utilizar o *Quality Function Deployment for Environment* (ANEXO ).

Ressalta-se, no entanto, que o nível de detalhamento do projeto informacional depende da complexidade e grau de novidade do produto, ou seja, do tipo do projeto.

Nessa fase, fala-se especificamente no desdobramento da primeira casa da qualidade (primeira matriz do QFD). O desdobramento das demais “casas” será abordado nas fases seguintes.

Como resultado da introdução do ecodesign à fase de Projeto Informacional, duas tarefas de ecodesign foram criadas e integradas ao Modelo Unificado. São elas:

- T5: Definir estratégia de fim de vida do produto
- T6: Definir requisitos-meta ambientais

A T5 foi definida como uma tarefa dentro da atividade “Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes/*stakeholders*” e a T6 dentro da atividade “Definir requisitos do produto”.

Ainda, as seguintes diretrizes foram criadas visando orientar atividades e tarefas já previstas no Modelo Unificado:

- D13: O processo de revisar e atualizar o escopo do produto deve contemplar os objetivos e metas de redução de impactos ambientais definidos anteriormente no PEP e/ou durante o Planejamento do projeto;

- D14: A análise do problema de projeto, das tecnologias disponíveis e necessárias, a pesquisa por padrões / normas, patentes e legislação bem como a pesquisa por produtos concorrentes e similares devem suportar o desenvolvimento das especificações-meta do produto que contemple os objetivos e metas ambientais;

- D15: A definição do ciclo de vida de um determinado produto deve levar em consideração as ações de ecodesign previstas especificamente para esse produto.

#### **4.4.2 Integração ao Projeto Conceitual**

Nessa fase são realizados desdobramentos sucessivos dos sistemas em subsistemas e em componentes (processo *top down*: do produto final para os componentes, a partir da análise dos requisitos previamente definidos pelas especificações-metas advindas da fase do projeto informacional). É também nessa

fase que se inicia o detalhamento das concepções desenvolvidas por meio da escolha dos materiais, processos de fabricação e montagem dos Sistemas, Sub-sistemas e Componentes (SSCs), dentro dos conceitos de engenharia simultânea.

Ao término dessa fase, defini-se a concepção do produto, composta de:

- Alternativas de solução (princípios de soluções individuais e totais);
- Lista dos principais SSCs;
- Arquitetura do produto (layout do produto e BOM inicial);
- Desenhos iniciais;
- Especificações iniciais dos SSCs;
- Plano macro do processo.

Como apontado por BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002, a fase de projeto conceitual é a que mais influencia o produto em matéria de desempenho ambiental.

Dessa forma, especial atenção foi dada a integração do ecodesign a essa fase.

A Figura 18 mostra as Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual (ROZENFELD et al, 2006).

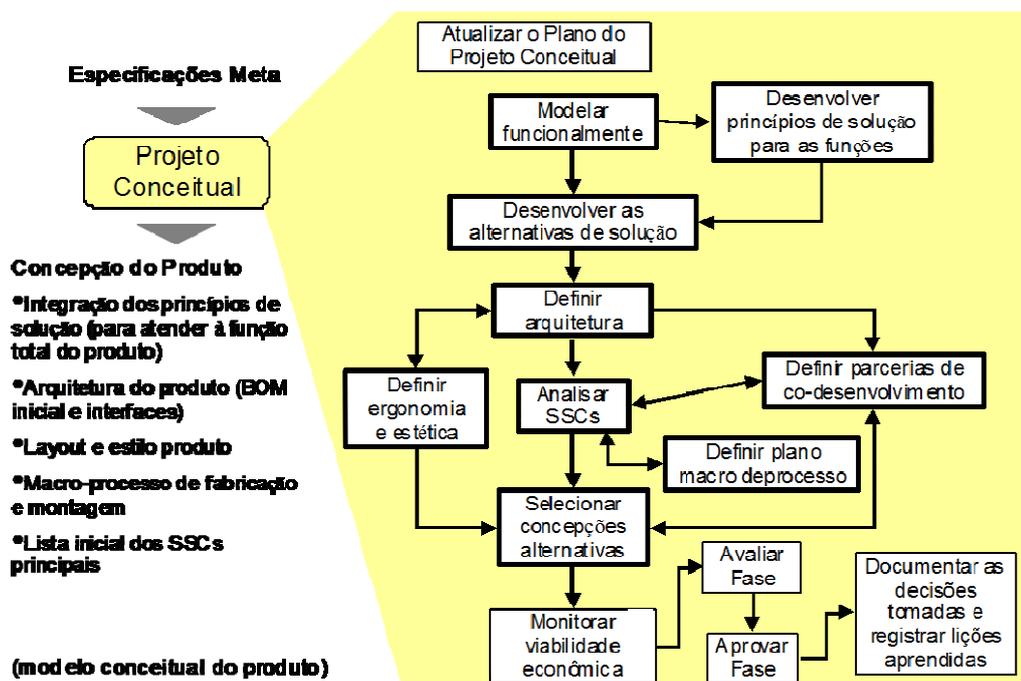


Figura 18: Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual (ROZENFELD et al, 2006)

A modelagem funcional do produto é feita para a obtenção de alternativas de solução para o produto (princípios de soluções total), desenvolvidas a partir de princípios de soluções propostos para as funções de menor complexidade (princípios de soluções individuais).

Assim, práticas prescritivas de ecodesign poderiam ser utilizadas já na desenvolvimento de princípios de soluções para as funções, podendo ser incorporadas ao âmbito das técnicas de criatividade, amplamente utilizadas nessa atividade.

São exemplos de práticas prescritivas de ecodesign:

- Estratégias ambientais propostas por GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.193 (página 55);
- Estratégias de ecodesign propostas por LEWIS; GERTSAKIS, 2001(página 55);

- As “Dez regras de ouro do ecodesign (ANEXO 2);
- Estratégias de *life cycle design* propostas por VEZZOLI; MANZINI, 2008, pg.64 (página 55 deste documento).

Quer os princípios de soluções individuais sejam desenvolvidos, quer sejam escolhidos entre soluções prontas (catálogo de soluções, por exemplo), poder-se-ia utilizar práticas de ecodesign comparativas para guiar a escolha na direção do menor impacto ambiental. São exemplos de práticas de ecodesign comparativas:

- *Philips Fast Five* (ANEXO 4)
- *Funktionkosten* (ANEXO 1);
- *Eco-Function Matrix*<sup>50</sup> (ANEXO 2);
- *Dominance Matrix or Paired Comparison* (ANEXO 4);
- *Econcept Spiderweb* (ANEXO 1);
- *LiDS-wheel* (ANEXO 3)

Alternativamente, práticas de avaliação de impacto ambiental poderiam também ser utilizadas para esse propósito de comparar o impacto ambiental associado ao diferentes princípios de soluções individuais.

Dessa forma, o impacto ambiental das alternativas de solução seria definido como o somatório dos impactos ambientais dos princípios de soluções individuais escolhidos. Análises como essas poderiam ser feitas a partir da matriz morfológica e conduzidas como um processo de *trade off* entre o que é funcionalmente necessário ao produto com o que é ambientalmente desejado.

---

<sup>50</sup> Segundo HAUSCHILD; JESWIET; ALTING; 2004, a ferramenta *The Eco-Function* foi desenvolvida especificamente para esse fim e foi utilizada com sucesso por várias empresas

Ainda, é importante observar que, procedendo dessa maneira, a equipe de desenvolvimento de produto construiria uma visão estruturada e clara sobre o impacto de suas decisões sobre o desempenho ambiental do produto em desenvolvimento.

Escolhidas as alternativas de solução para o produto, define-se a arquitetura do produto, a partir da qual as alternativas de solução são desdobradas em SSCs que deverão atender às funções do produto.

A arquitetura do produto define como os componentes físicos que o compõem se relacionam e como o produto pode ser modificado, sendo que a arquitetura modular permite a minimização das modificações físicas necessárias para obter uma determinada mudança funcional (ROZENFELD et. al, 2006).

Nessa altura, deve-se observar a coerência entre a estratégia de fim de vida definida anteriormente e o tipo de modularidade que eventualmente venha a ser adotada no projeto do produto.

Por exemplo, a modularidade pode facilitar a desmontagem de um produto em partes independente ou módulos. E, uma vez que a desmontagem é um fator crítico para a remanufatura, caso essa tenha sido essa a estratégia de fim de vida escolhida, deve-se avaliar os tipos de modularidade existentes de forma a viabilizar a remanufatura como estratégia de fim de vida útil.

Os SSCs são então analisados, gerando a primeira versão da *Bill of Material* (BOM) para cada concepção. É durante essa atividade (“Analisar sistemas, subsistemas e componentes”) do modelo unificado que está previsto o uso de métodos e ferramentas de DFX, sendo que no Modelo Unificado, o projeto para o meio ambiente (*Design for Environment - DFE*) é apresentado como um dos DFXs existentes.

HAUSCHILD; JESWIET; ALTING; 2004 argumentam que existem DFXs para o DfE, destacando o DFD (*Design for Disassembly*) e o DFR (*Design for Recycling*) e afirmando que o DfE a ser utilizado é função do cenário de fim de vida projetado para o produto. Assim, em consonância com a nomenclatura aqui proposta, o tipo de DFE a ser adotado deve ser escolhido em função da estratégia de fim de vida útil escolhida pelo produto.

Faz-se necessário ressaltar que, embora nesse trabalho o termo DFE seja utilizado como sinônimo de ecodesign, a perspectiva aqui adotada vai além da implícita ao Modelo Unificado, uma vez que se ambiciona que os aspectos ambientais sejam considerados desde o planejamento estratégico dos produtos, e não somente como um parâmetro a ser otimizado no projeto do produto (embora isso seja também necessário).

De posse da BOM inicial, seria possível se ter uma visão inicial sobre o impacto ambiental causado pelo produto em desenvolvimento, o qual poderia ser comparado com as metas ambientais previamente estabelecidas para avaliar a adequação das soluções de projeto adotadas.

Essa avaliação ambiental inicial poderia ser feita por meio das práticas de avaliação de impacto ambiental.

A partir desse momento (análise dos SSCs) poder-se-ia iniciar o uso da ACV. Assim, caso seja decidido pelo uso dessa prática, devem ser previstas atividades relacionadas à execução do ACV. No entanto, para o caso do desenvolvimento de novos produtos, a ACV aqui desenvolvida será bastante limitada, pois poucas seriam as informações disponíveis, sendo que a ACV aqui iniciada deverá ser finalizada no detalhamento do projeto, quando se obtém as especificações finais dos SSCs.

A definição da ergonomia e da estética do produto podem estar também compromissada com a redução do impacto ambiental. Em termos práticos, isso significa que não é necessário o desenvolvimento e/ou aplicação de novas abordagens, métodos ou ferramentas de design industrial e/ou de definição de ergonomia, mas sim, que os existentes corroborem a busca pelos objetivos e metas ambientais. Ou seja, as tarefas associadas a essa atividade não sofreram alterações, mas apenas deverão considerar os objetivos e metas ambientais.

Em linha com o que foi descrito durante a integração do ecodesign ao planejamento do projeto, a definição de fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento poderia contemplar os objetivos e metas ambientais da empresa, podendo os fornecedores e parceiros potenciais serem questionados ou mesmo auditados quanto às suas práticas ambientais.

A atividade da seleção da concepção do produto marca a síntese da Fase de Projeto Conceitual e, assim como proposto para as alternativas de soluções. Também as concepções existentes poderiam ser escolhidas levando-se em consideração o impacto ambiental associado.

Logo, assim como o impacto ambiental das alternativas de solução seria definido como o somatório dos impactos ambientais dos princípios de soluções individuais escolhidos, o impacto ambiental das diferentes concepções geradas seria definido como o somatório dos impactos ambientais das diferentes alternativas de solução adotadas.

Dessa forma, fica claro que caso a geração de soluções individuais e de alternativas de solução não tenham sido orientadas à redução de impactos ambientais, não haverá, dentre os conceitos de produto gerados, opções ecologicamente favoráveis.

Assumindo que tais opções existam, a avaliação das alternativas de concepção empreendidas ao término dessa atividade deve ser empreendida normalmente pela empresa, devido ao imperativo de que o ecodesign não deve comprometer outros critérios essenciais ao sucesso mercadológico do produto.

Nesse sentido, pode-se atentar, por exemplo, para que critérios ambientais (definidos em função das especificações-meta ambientais) sejam considerados no caso do uso de uma matriz de decisão.

No planejamento macro do processo de manufatura, poder-se-ia prever a adoção de tecnologias limpas e técnicas de produção mais limpa no planejamento do processo de manufatura, sendo que inúmeras estratégias de ecodesign (mostradas na revisão da literatura) englobam também a fase de produção.

No entanto, deve-se observar que a partir desse momento o foco da melhoria do desempenho ambiental começa a se deslocar do produto em si para o processo que o fabricará, marcando a transição entre o ecodesign e as abordagens de gestão ambiental orientadas aos processos produtivos (como, por exemplo, a Prevenção à Poluição e a Produção mais Limpa).

A integração do ecodesign à fase do projeto conceitual deve garantir que a concepção do produto escolhida seja aquela que cause o menos impacto possível e que, ao mesmo tempo, não comprometa as chances de sucesso do produto no mercado. Assim, desde o desenvolvimento de soluções para as funções até a seleção de concepções alternativas, passando pelo desenvolvimento de alternativas de soluções, devem ser orientados à redução do impacto ambiental.

As escolhas feitas até a seleção do conceito do produto devem considerar os impactos ambientais. Dessa forma, quer seja por meio de práticas de avaliação de

impacto ambiental quer seja valendo-se de práticas comparativas de ecodesign, métodos e ferramentas devem auxiliar essas escolhas.

Dessa forma as seguintes tarefas de ecodesign foram criadas:

- T7: Avaliar impacto ambiental das alternativas de soluções;
- T8: Avaliar impacto ambiental dos SSCs;
- T9: Avaliar o impacto ambiental das concepções alternativas e;
- T10: Avaliar o impacto ambiental da concepção do produto.

A T7 foi adicionada à atividade “Desenvolver as alternativas de solução para o produto”.

A T8 foi adicionada à atividade “Analisar Sistemas, Subistemas e Componentes (SSC)”.

Tanto a T9 como a T10 foram acrescentadas à atividade “Selecionar a concepção do produto”.

No caso da T10, essa tarefa inicia a avaliação do impacto ambiental total a ser causado pelo produto, a qual será finalizada durante a fase de projeto detalhado.

Segundo FITZGERALD, et al 2006, pg. 2, *designers* vêem o ecodesign como simplesmente o cálculo do impacto ambiental de alguma medida tomada (análogo ao cálculo de custos) e que dessa forma, ao gerar um resultado de natureza ambiental consideram que o ecodesign foi feito.

À luz dessa afirmação, deve-se reforçar que as avaliações de impactos ambientais proposta nas tarefas de ecodesign de 5 a 7 devem embasar a escolha de soluções para o projeto do produto que causem menos impacto ambiental, e não serem simplesmente realizadas sem que o resultado seja utilizado com o propósito deliberado de redução de impacto ambiental.

Dessa forma, a seguinte diretriz foi criada visando orientar atividades e tarefas já previstas no Modelo Unificado:

- D16: As práticas prescritivas de ecodesign devem ser utilizadas para guiar as atividades da equipe de desenvolvimento na proposição das soluções de projeto do produto que causem menos impacto ambiental. Essas práticas devem ser utilizadas no âmbito das técnicas de criatividade e em consonância com o conceito de engenharia simultânea.

#### **4.4.3 Integração ao Projeto Detalhado**

Como ressaltado anteriormente, as possibilidades de melhorias ambientais nos produtos são limitadas a partir dessa fase devido ao fato de que inúmeras decisões relativas ao projeto do produto já terem sido tomadas anteriormente, o que reduz significativamente a possibilidade de mudanças, sem contar ainda com os altos custos demandados para promover alterações nessa fase.

No projeto detalhado, é feito o processo inverso ao que ocorre no projeto conceitual, posto que os componentes, subsistemas e sistemas são integrados sucessivamente até o produto final (*bottom up*: dos componentes para o produto final).

A Figura 19 mostra a relação entre o projeto conceitual e o detalhado, destacando o desdobramento e a integração de itens.

Figura 19: Relação entre o projeto conceitual e o detalhado. Rozenfeld et al, 2006.

Em síntese, primeiros os SSCs são definidos e desdobrados para atender aos requisitos do produto e, em seguida, são integrados gerando o todo, o qual é então validado por meio de detalhamentos que completam o conceito do produto (ROZENFELD, et al, 2006 pg. 294).

Os cálculos, as simulações, os modelos do produto, os esboços, a lista de materiais, os planos do processo, as análises de falha, os protótipos, as avaliações e os testes são realizados / obtidos nesta fase. Todos os recursos de manufatura são especificados, manuais do produto e instruções para a assistência técnica são também desenvolvidos.

As atividades dessa fase são realizadas basicamente por meio de três ciclos: detalhamento, aquisição e melhoria do ciclo. Esses ciclos garantem o paralelismo entre as atividades e são mostrados na Figura 20.

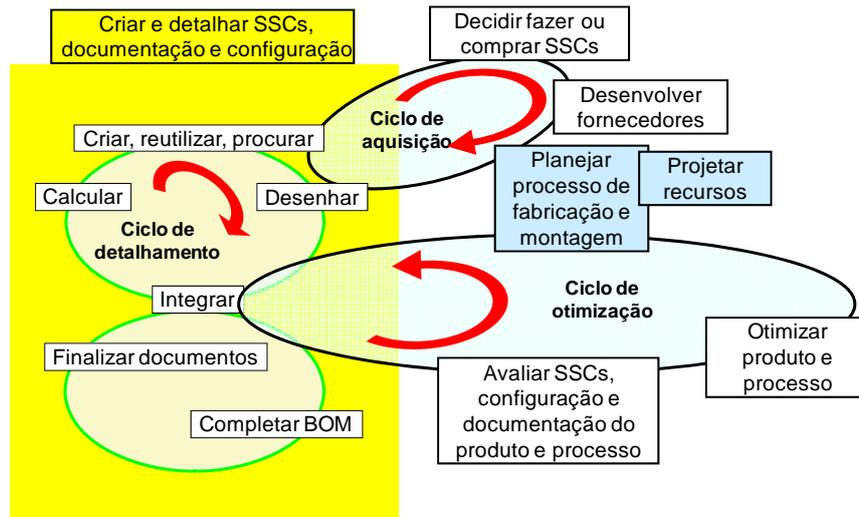


Figura 20: Ciclos do projeto detalhado (ROZENFELD et al, 2006).

No tocante ao ecodesign, a fase de Projeto Detalhado deve consolidar a concepção do produto de tal forma que as especificações finais contemplem a redução de impactos ambientais definidas no Pré-desenvolvimento.

Os cálculos dos impactos ambientais iniciados a partir da definição inicial da estrutura do produto feita na fase anterior (BOM preliminar) poderão ser finalizados nessa fase. No caso de se utilizar a ACV, seria na atividade “Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração” que os impactos ambientais seriam então totalmente calculados.

Logo, nesse caso (uso da ACV), é preciso prever tarefas para sua execução, sendo que os impactos assim calculados podem ser utilizados para fins de comunicação tanto interna como externa por meio de uma *Environmental Product Declaration*<sup>51</sup>.

As decisões sobre fazer ou comprar os SSCs deve levar em consideração a capacidade de eventuais fornecedores em prover soluções alinhadas com a estratégia de empresa para ecodesign. Por exemplo, se uma empresa decide por

<sup>51</sup> <http://www.environdec.com/pageld.asp>, acesso em 15.10.2008

eliminar retardantes de chamas visando conformidade com a diretiva da comunidade européia que trata da restrição ao uso de substâncias perigosas (ROHS<sup>52</sup>), ele deve garantir que os fornecedores dos SSCs estejam aptos a atender a essa exigência, homologando apenas aqueles que realmente não forneçam soluções que contenham retardantes de chamas.

Já na esfera da manufatura, o planejamento do processo de fabricação e montagem deve contemplar a redução de impactos ambientais.

Muitas das estratégias de ecodesign existentes englobam também a fase de fabricação do produto, podendo ser utilizada como referência para a proposição de processos de fabricação que causem menos impacto ambiental.

Como exemplo, cita-se:

- As estratégias ambientais proposta por GIUDICE; LA ROSA; RISITANO, 2006 pg.193 (Tabela 1 na página 56 deste documento) e;
- As estratégias para de *life cycle design* VEZZOLI; MANZINI, 2008, pg.64<sup>53</sup> (página 55 desre documento).

O projeto dos recursos de fabricação deve também visar à redução do impacto ambiental do produto, o qual é causado por todas as fases de seu ciclo de vida e as estratégias de ecodesign podem também ser utilizadas para esse fim.

No caso em que uma nova fabrica seja necessária, poder-se-ia empreender um estudo para definir sua localização visando garantir que a capacidade de suporte do

---

<sup>52</sup> <http://www.rohs.eu/english/index.html>, acesso em 15.12.2008

<sup>53</sup> Entre as estratégias propostas está a “Seleção de processos e recursos de baixo impacto” onde os autores detalham alternativas de fabricação menos impactantes

meio físico suportará os impactos ambientais advindos da atividade produtiva em si<sup>54</sup>.

Em adição, a construção da fábrica pode ser feita em concordância com padrões como o *Green buildings*<sup>55</sup>, o qual visa reduzir o impacto tanto da construção como da operação e manutenção de uma construção<sup>56</sup>.

A gestão do processo de falhas pode contemplar as questões ambientais por meio do uso de métodos de FMEA adaptados. Exemplo desse método é o *Environmental Effect Analysis* (ANEXO 1).

A otimização do produto e processo pode representar uma última oportunidade para melhorias de desempenho ambiental do produto. Caso a ACV tenha sido adotada junto com um sistema (software) a finalização da aplicação do DfX prevista nessa fase poderia utilizar os cálculos de impactos ambientais para quantificar alterações no projeto do produto optando pelas de menor impacto ambiental.

Existem ferramentas de ecodesign orientadas ao uso conjunto entre sistemas CAD e um sistema de avaliação de impactos ambientais semelhantes aos softwares utilizados usualmente em estudo de ACV. Como exemplo, cita-se as ferramentas *Computer-Based Cooperative Method to Consider the Entire Life Cycle* levantadas na revisão feita por PIGOSSO, 2008 e LEADS-II (ROMBOUTS, 1998) levantada por BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002. Essas medidas pressupõem altos investimentos em sistemas e em mão de obra especializada.

---

<sup>54</sup> Essa medida não foi encontrada em nenhuma referência e é uma proposta do autor baseada em suas pesquisas junto à área ambiental.

<sup>55</sup> <http://www.epa.gov/greenbuilding/>, acesso em 22.03.2008

<sup>56</sup> Essa medida não foi encontrada em nenhuma referência e é uma proposta do autor baseada em suas pesquisas junto à área ambiental

Ainda, eventuais falhas em matéria de impactos ambientais detectadas pelo uso de métodos de FMEA adaptados poderiam ser corrigidas.

A criação de material de suporte para o produto pode incluir recomendações de uso visando reduzir o impacto ambiental associado a essa fase produto. Pode-se também incluir informações relacionadas ao descarte do produto visando à mitigação do impacto dessa fase, como por exemplo, indicando onde o produto pode ser descartado de forma segura.

No tocante às embalagens<sup>57</sup>, deve-se ressaltar que toda a proposta aqui feita poderia ser utilizada por uma empresa fabricante de embalagens. Dessa forma, o modelo genérico proposto poderia auxiliar uma empresa de embalagens a definir o processo padrão por meio do qual embalagens que causem menos impacto ambiental sejam desenvolvidas.

É nessa fase do modelo que se prevê o planejamento do fim de vida do produto, o qual deve estar alinhado com o cenário de fim de vida definido no PEP.

Por exemplo, se uma empresa escolheu a remanufatura como cenário de fim de vida de seus produtos, deve planejar toda a operação envolvida, o que, nesse exemplo, compreenderia a recolha dos produtos, desmontagem, testes, reparos, montagem, inspeção final e expedição.

Como o planejamento do fim de vida do produto deve ser definido em função do cenário de fim de vida definido no PEP, as atividades inerentes a esse planejamento podem ser iniciadas imediatamente após se definir o ciclo de vida do produto, seus clientes e cenário de fim de vida. Para auxiliar nessa tarefa, poder-se-ia utilizar a ferramenta *ReSICLED* (ANEXO 2).

---

<sup>57</sup> Não faz parte do escopo deste trabalho abordar o projeto de embalagens. No entanto, ressalta-se que o projeto de embalagens deve ser concomitante com o PDP

Deve ficar claro que essa atividade não tem a pretensão de definir a estratégia de fim de vida do produto, mas apenas planejá-la, gerando assim um plano contendo as diretrizes a serem aprovadas no *gate* gerencial desta fase e monitoradas durante todo o ciclo de vida do produto.

Os testes para homologação do produto devem verificar também o atendimento aos requisitos ambientais, e não somente aos da qualidade, como proposto originalmente no Modelo Unificado. Por exemplo, em produtos eletroeletrônicos com selo ENERGY STAR, a quantidade de energia consumida quando o produto está em modo de espera é definida pela norma em função de um percentual da energia consumida quando o aparelho está em uso. Nesse exemplo, essa porcentagem deve ser verificada na homologação do produto. Esse processo pode ser bastante complexo, como na situação em que se deve garantir que um determinado componente não tenha um determinado elemento químico, o que envolveria testes específicos da área de materiais.

Deve-se ressaltar, no entanto, que os testes a serem empreendidos deveriam ser definidos em função dos objetivos e metas ambientais.

Quanto ao desenvolvimento do processo de distribuição, pode prever a neutralização da emissão de gases do efeito estufa, o que poderia ser feito por meio de plantios de árvores ou mesmo via compra de créditos de carbono. Ainda, poder-se-ia utilizar combustíveis que emitem menos gases do efeito estufa<sup>58</sup>.

O envio da documentação para os parceiros deve contemplar expressamente recomendações e/ou exigências ambientais.

---

<sup>58</sup> Essa medida não foi encontrada em nenhuma referência e é uma proposta do autor baseada em suas pesquisas junto à área ambiental

Deve-se ressaltar que as possibilidades de melhorias ambientais existentes nessa fase migram para o processo produtivo, o que não pertence ao escopo desse trabalho, uma vez que o ecodesign centra suas atenções nas fases iniciais do PDP.

Em síntese, os cálculos dos impactos ambientais iniciados na T8 (Avaliar inicialmente o impacto ambiental do conceito do produto) são finalizados durante a Atividade “Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração”.

Dessa forma, foi acrescentada a seguinte tarefa de ecodesign essa atividade:

- T11: Finalizar cálculos de impacto ambiental

Como as oportunidades de melhorias ambientais passam a ser dirigidas ao processo de fabricação, foi acrescentada a seguinte tarefa de ecodesign à atividade “Planejar processo de fabricação e montagem”:

- T12: Selecionar processos de fabricação que causem menos impacto ambiental.

Ainda, as seguintes diretrizes foram criadas visando orientar atividades e tarefas já previstas no Modelo Unificado:

- D17: Caso a ferramenta ACV seja utilizada, devem-se prever atividades para sua execução;
- D18: As decisões sobre fazer ou comprar os SSCs deve levar em consideração à capacidade de eventuais fornecedores em prover soluções alinhadas com a estratégia de ecodesign da empresa;
- D19: No caso do projeto de uma nova fábrica, poder-se-ia empreender estudo para definir sua localização baseado no uso de tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (SIG);

- D20: A construção de uma eventual fábrica pode ser feita em concordância com padrões como o Green buildings 59;
- D21: O planejamento do fim de vida do produto deve estar alinhado com o cenário de fim de vida definido no pré-desenvolvimento;
- D21: Os testes para homologação do produto devem verificar também o atendimento aos requisitos ambientais;
- D23: A criação de material de suporte para o produto deve incluir recomendações de uso e descarte visando reduzir o impacto ambiental;
- D24: Quanto ao desenvolvimento do processo de distribuição, pode prever a redução e/ou neutralização da emissão de gases do efeito;
- D25: O envio da documentação para os parceiros deve contemplar expressamente recomendações e/ou exigências ambientais.

---

<sup>59</sup> <http://www.gbcbrazil.org.br/pt/>, acesso em 13.12.2008

## 5 Estudo de caso: execução, avaliação dos resultados e conclusões

Esse capítulo é dividido em 3 seções, correspondentes às atividades 4, 5 e 6 do estudo de caso<sup>60</sup>. Dessa forma, as seções que compõem esse capítulo são as seguintes:

- Execução do estudo de caso;
- Avaliação dos resultados obtidos e;
- Conclusões sobre o estudo de caso.

A Figura mostra a relação entre as seções e as atividades do estudo de caso.

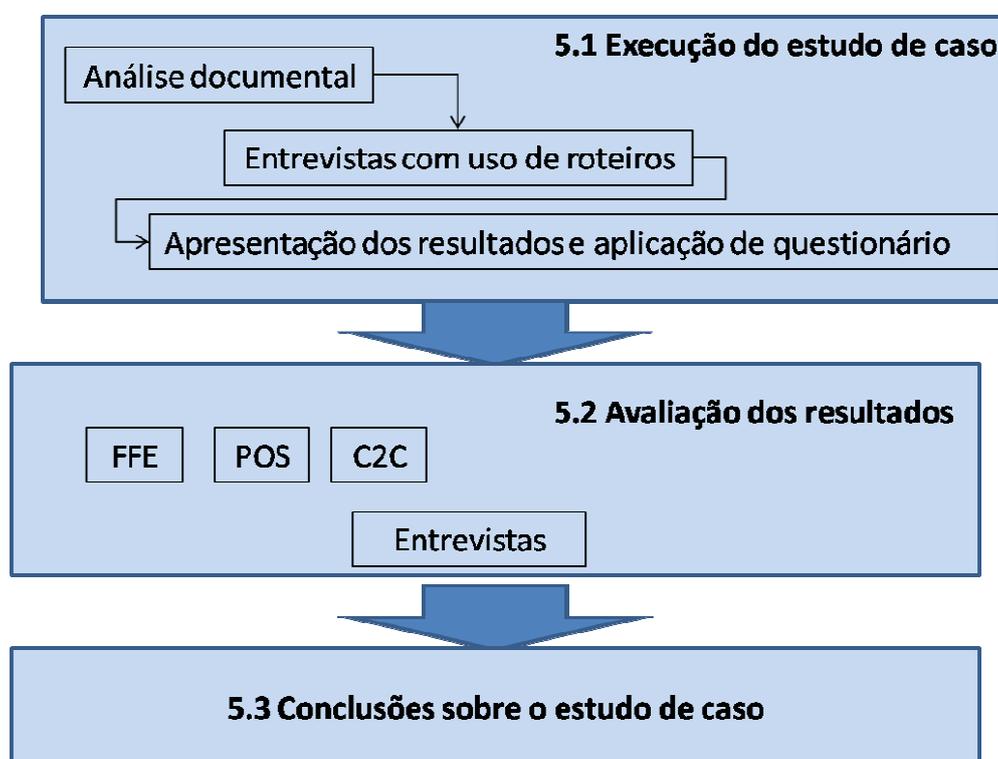


Figura 21: relação entre as seções e as atividades do estudo de caso

<sup>60</sup> Essas atividades fazem parte da terceira etapa da pesquisa, definida no item 2.2.3

## **5.1 Execução do estudo de caso**

A execução do estudo de caso seguiu o planejamento feito e foi conduzido em função das três fases definidas anteriormente: análise documental, realização de entrevistas com uso de roteiros e apresentação dos resultados da análise documental e aplicação de questionário para avaliar a percepção dos participantes no tocante ao modelo proposto.

### **5.1.1 Análise documental**

Foram analisados três documentos fornecidos pela Whirlpool: descrição do FFE, a POS do produto objeto do estudo e a descrição do C2C.

#### **Análise do FFE**

O processo foi analisado em detalhes com vistas a inferir sobre a presença de atividades e/ou tarefas de ecodesign.

Como esse processo refere-se ao pré-desenvolvimento do modelo unificado, o FFE foi estudado tendo-se em mente a atividade de ecodesign denominada “Definição da estratégia de ecodesign”, a qual foi proposta neste trabalho. Essa atividade visa delinear como uma empresa se iniciará junto ao tema do desenvolvimento de produtos que causem menos impactos ambientais e é constituída pelas seguintes tarefas.

- T2: Definir objetivos e metas ambientais;
- T3: Definir a forma como os produtos ecoeficientes serão introduzidos ao portfólio de projetos da empresa.

Em síntese, o FFE foi analisado com vistas a inferir sobre a presença das tarefas T2 e T3.

#### **Análise da POS**

O objetivo da análise da POS foi verificar se entre os objetivos esperados para o produto estava a redução de impactos ambientais. De forma análoga, foi analisada a descrição do produto feita nesse documento.

De forma mais objetiva, o campo *Project Description/Objective*<sup>61</sup> da POS foi analisado.

### **Análise do C2C**

O processo padrão de desenvolvimento de produtos da Whirlpool foi analisado tarefa por tarefa para verificar a existência de tarefas de ecodesign.

Nesse sentido, foram consideradas todas as tarefas propostas nesse trabalho, com exceção feita às tarefas consideradas anteriormente na análise do FFE (T2 e T3).

Ou seja, o C2C foi analisado com vistas a inferir sobre a presença das tarefas de ecodesign propostas nesse trabalho e pertencentes à macro-fase de desenvolvimento.

#### **5.1.2 Realização de entrevistas com uso de roteiros**

As entrevistas feitas nessa fase do estudo de caso seguiram os roteiros mostrados nos APÊNDICE B, C, e D.

O roteiro do APÊNDICE B foi utilizado para avaliar se a empresa executa as tarefas de ecodesign propostas pelo trabalho no âmbito do C2C. Esse roteiro foi construído diretamente a partir das tarefas de ecodesign propostas.

---

<sup>61</sup> Esse é um dos campos que compõem esse documento o qual, devido ao compromisso de sigilo assumido pelo pesquisador, não pôde ser mostrado neste documento

O roteiro do APÊNDICE C foi utilizado para avaliar o nível de conhecimento dos respondentes com relação às treze práticas de de ecodesign mais citadas na revisão bibliográfica realizada neste trabalho<sup>62</sup>.

O roteiro do APÊNDICE D foi utilizado para aferir sobre a realização das tarefas de gestão ambiental e/ou ecodesign presentes no C2C. Esse roteiro foi construído a partir da análise das atividades do C2C.

Com o discutido anteriormente, o uso desse instrumento (roteiro) visou complementar as informações geradas pela análise documental.

Ainda, as informações assim geradas puderam ser confrontadas com aquelas advindas da análise documental, podendo fazer uma inferência sobre a percepção dos entrevistados frente à formalização presente tanto no C2C como no FFE no que se refere às práticas de ecodesign.

### ***5.1.3 Apresentação dos resultados e aplicação de questionário***

Essa fase consistiu na realização de um Workshop no CTL em Rio Claro. Nessa oportunidade, os resultados das análises feitas a partir dos resultados advindos das análises documentais e das respostas obtidas nas entrevistas foram apresentados aos participantes.

Após a apresentação desses resultados, o modelo aqui proposto foi apresentado em detalhes.

Por fim, foi então solicitado que os participantes preenchessem um questionário (APÊNDICE E) com vistas a inferir sobre a impressão dos participantes sobre o modelo apresentado.

---

<sup>62</sup> Vide na páginas 84 e 85 deste documento

De forma mais específica, os participantes foram questionados se utilizariam o modelo proposto como benchmark para introduzirem ecodesign ao C2C.

## **5.2 Avaliação dos resultados do estudo de caso**

Os resultados obtidos no estudo de caso são apresentados a seguir e em função das fases segundo as quais foi executado.

De posse desses resultados, o pesquisador conclui sobre a hipótese da pesquisa Resultados da Fase 1

### **5.2.1 Resultados das análises documentais**

#### **Análise do FFE**

As tarefas T2 (Definir objetivos e metas ambientais) e T3 (Definir forma como os produtos ecoeficientes serão introduzidos ao portfólio de projetos da empresa), tal como definidas neste trabalho, não constam das tarefas do FFE.

Ainda, não foram encontradas atividades e/ou tarefas explicitamente relacionadas ao ecodesign no FFE.

No entanto, no tocante à definição de objetivos e metas ambientais para os produtos, pode-se inferir que a empresa orienta suas ações na melhoria da eficiência energética de seus produtos, o que é objeto do selo PROCEL de economia de energia<sup>63</sup>.

---

<sup>63</sup> “O Selo PROCEL tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria, proporcionando assim economia na sua conta de energia elétrica. Também estimula a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a preservação do meio ambiente”. Fonte:

<http://www.eletrobras.gov.br/elb/procel/main.asp?TeamID={95F19022-F8BB-4991-862A-1C116F13AB71}>, acesso em 13.12.2008

Ainda, como será mostrado adiante, a percepção dos respondentes era de que, ao definir o tipo do selo a ser buscado<sup>64</sup> (A, B, C ou D ou E), definia-se automaticamente a forma como produtos ecoeficientes serão introduzidos ao portfólio de projetos da empresa.

### **Análise da POS**

A análise do campo *Project Description/Objective* da POS não identificou nenhum objetivo de natureza ambiental explicitamente descrito.

No entanto, na descrição do produto constava a seguinte informação:

“Energy consumption: A”

Essa informação faz menção ao tipo do selo PROCEL de eficiência energética a ser atingido pelo produto.

Essa é, na verdade, a única orientação de melhoria ambiental dos produtos da empresa encontradas, sendo as demais orientações ambientais voltadas aos processos produtivos.

Ainda, essa observação corrobora aquela inferida por meio da análise do FFE.

### **Análise do C2C**

Apenas sete tarefas encontradas no C2C faziam menção à gestão ambiental e/ou ecodesign.

A Tabela 7 mostra quais são essas tarefas<sup>65</sup>.

---

<sup>64</sup> Definido pelo programa brasileiro de etiquetagem

(<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe.asp>). Acesso em 13.12.2008

<sup>65</sup> A divulgação dessas tarefas foi negociada com a empresa e está de acordo com os termos previstos no contrato de confidencialidade

Tabela 7: Tarefas de gestão ambiental e/ou ecodesign presentes no C2C

Atividade do C2C	Tarefa relacionada à gestão ambiental e/ou ecodesign
Definição dos requisitos gerais de produto	Elaborar planilha preliminar de aspectos e impactos ambientais do novo produto
Definição de requisitos de produção / distribuição	Avaliar e revisar a planilha de aspectos e impactos ambientais – processo
Conceito do produto	Avaliar e revisar a planilha de aspectos e impactos ambientais do produto
Conceito de produção e distribuição	Avaliar a geração de resíduos sólidos, emissões atmosféricas e efluentes
	Avaliar o consumo de água e energia elétrica
	Avaliar e aplicar os requisitos ambientais (conforme requeridos)
Desenhos e especificações do produto	Aplicar ferramentas de eco design para avaliação /atendimento dos requisitos ambientais da POS

Essas tarefas compuseram o roteiro mostrado no APÊNDICE E, o qual orientou as entrevistas conduzidas com o intuito de verificar se as tarefas de gestão ambiental e/ou ecodesign presentes no C2C eram de fato executadas.

Os resultados dessas entrevistas são mostrados a seguir.

### **5.2.2 Resultados das entrevistas**

Nessa fase foram feitas entrevistas utilizando-se os roteiros mostrados nos apêndices B, C, e D.

A seguir, mostram-se os resultados obtidos.

#### **Resultados das entrevistas conduzidas com o intuito de avaliar se a empresa executa as tarefas de ecodesign propostas pelo trabalho**

Das doze tarefas de ecodesign propostas neste trabalho, os respondentes afirmaram realizar cinco delas.

Ou seja, na visão dos participantes, 41,67 % das tarefas propostas neste trabalho já eram realizadas pela empresa. As cinco tarefas que os respondentes afirmam realizar na empresa são as seguintes:

- T2: Definir objetivos e metas ambientais;

- T3: Definir forma como os produtos ecoeficientes serão introduzidos ao portfólio de projetos da empresa;
- T5: Definir estratégia de fim de vida do produto;
- T6: Definir requisitos-meta ambientais;
- T12: Selecionar processos de fabricação que causem menos impacto ambiental.

Dentre essas respostas positivas, houve variação quanto o grau em que, na visão dos respondentes, a empresa realizava essas tarefas. Essa variação foi aferida por meio de uma escala Lighter de 1 a 5.

A Figura 21 mostra essa variação em função da pergunta e do respondente.

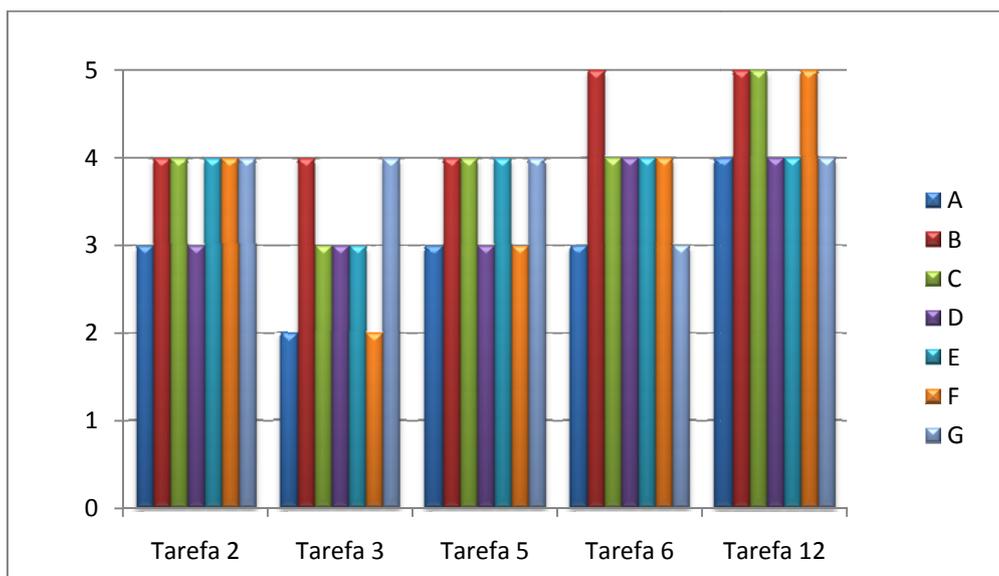


Figura 22: variação em função da pergunta e do respondente

A Tabela 8 mostra os cargos dos respondentes e os relaciona com a legenda do gráfico acima.

Tabela 8: Cargos dos respondentes e relação com a legenda da Figura 22

Função desempenhada na empresa	Legenda na Figura
Responsável por ecodesign	A
Responsável pelo FFE (Fuzzy Front End) no Brasil	B
Gerente do CTL	C

Responsável pelo C2C no Brasil (C2C Champion)	D
Líder técnico do Projeto Goya	E
Líder do Projeto Goya	F
Representante de EHS (Environmental, Health and Safety) da Planta de Rio Claro	G

Em primeiro lugar, deve-se destacar a convergência das respostas com relação à realização ou não de uma tarefa: todos os participantes responderam da mesma maneira.

Com relação à definição de objetivos e metas ambientais (Tarefa 2), a percepção generalizada é de que a empresa realiza essa tarefa ao definir qual o nível de eficiência energética a ser alcançado pelo produto (Selo PROCEL).

De forma análoga, a Tarefa 3 (Definir forma como os produtos ecoeficientes serão introduzidos ao portfólio de projetos da empresa) é também percebida como sendo realizada, também em relação ao Selo PROCEL e não segundo a proposta aqui feita<sup>66</sup>.

No tocante à Tarefa 5, os respondentes avaliam que a empresa a executa pois atendem a legislação vigente no Brasil.

Com relação à definição de requisitos-meta ambientais, mais uma vez se observa a predominância dos aspectos relacionados ao Selo PROCEL, ou seja, à eficiência energética.

O que se observou nesse sentido é que os respondentes desconhecem quase que totalmente outras possibilidades de melhorias ambientais passíveis de serem alcançadas pelos produtos desenvolvidos, como por exemplo:

- Eliminação de substâncias tóxicas;

---

<sup>66</sup> Estratégia de diferenciação de produtos ou alteração do processo. Vide página 145 desse documento

- Projeto facilitando a desmontagem do produto, facilitando a reciclagem dos materiais;
- Redução da variedade de materiais empregados, facilitando a economia de escala na cadeia de reciclagem;
- Aumento da vida útil do produto com possibilidade de venda de serviços de manutenção.

A exceção a regra diz respeito ao consumo de água nos ciclos de lavagem. Segundo os entrevistados, isso também será levado em conta mas com menos intensidade, devido ao fato de que o custo da energia é maior do que o da água e que, assim, o consumidor enxerga mais facilmente benefícios em um produto que consuma menos energia.

Por fim, em relação à Tarefa 12 (Selecionar processos de fabricação que causem menos impacto ambiental), há um consenso entre os respondentes de que a empresa empreende ações concretas nesse sentido. De fato, a empresa, por ser certificada pela Norma ABNT ISO 14001, orienta suas ações ao processo produtivo, e não ao ciclo de vida dos produtos.

Nesse sentido, o participante da área de EHS da empresa afirmou existirem objetivos e metas definidos para a redução do consumo de água, energia e geração de resíduos sólidos durante a fabricação dos produtos.

Por fim, o que se observou é um desconhecimento generalizado do que venha a ser o ecodesign, exceção feita ao responsável por esse assunto na empresa.

Na visão geral dos respondentes, gestão ambiental é algo distinto do desenvolvimento de produtos e sinônimo de ISO 14001.

### **Resultados das entrevistas conduzidas com o intuito de avaliar o nível de conhecimento dos respondentes com relação às treze ferramentas de ecodesign mais citadas na literatura**

Dos cinco<sup>67</sup> entrevistados com o intuito de avaliar o nível de conhecimento sobre as treze ferramentas de ecodesign mais frequentemente citadas na literatura, três desconheciam todas as ferramentas apresentadas: responsável pelo C2C no Brasil, líder de projeto, e líder técnico.

O representante de EHS conhecia apenas 1 das treze ferramentas apresentadas (MET – ANEXO 3), sendo que classificou seu nível de conhecimento sobre essa ferramenta como nível 1 (utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento).

O responsável por ecodesign afirmou conhecer todas as treze ferramentas apresentadas, classificando seu nível de conhecimento da seguinte forma:

- 6 das 13 ferramentas: nível 1 (46,15%)
- 6 das 13 ferramentas: nível 2 (46,15%)
- 1 das 13 ferramentas: nível 3 (7,7%).

A Figura 22 mostra as respostas ao nível de conhecimento das ferramentas, onde “A” refere-se às respostas do responsável por ecodesign e “B” a do representante de EHS<sup>68</sup>.

---

<sup>67</sup> Em relação aos 7 participantes descritos na Tabela 8, foram excluídos dessa inferência o responsável pelo FFE e gerente do CTL, decisão tomada pelo responsável em ecodesign da empresas em consonância com o pesquisador por julgar irrelevante a participação desses profissionais nessa inferência

<sup>68</sup> EHS: Environment, Health and Safety

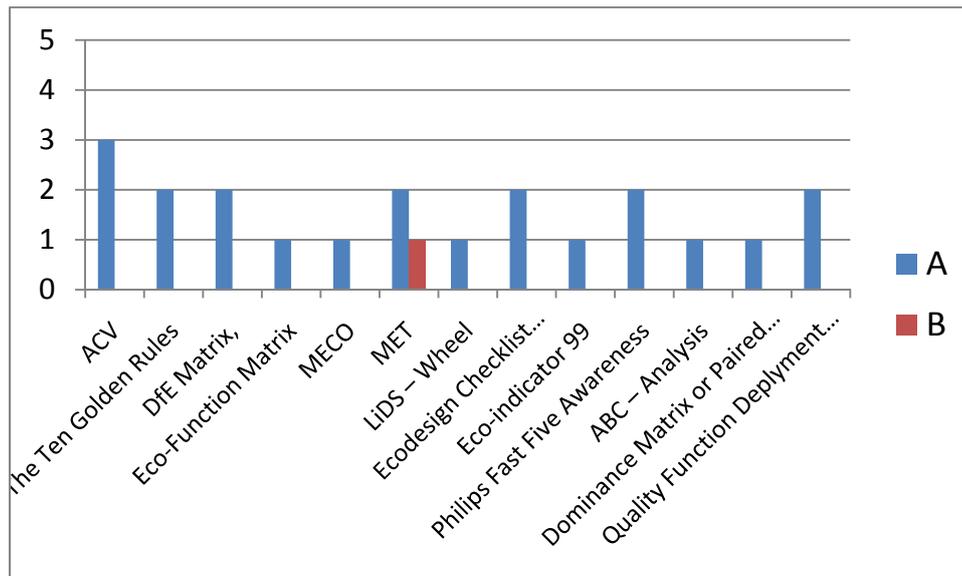


Figura 23: Nível de conhecimento das ferramentas de ecodesign mais citadas

O baixo nível de conhecimento dessas ferramentas é uma medida do desconhecimento do ecodesign, o que corrobora a impressão do pesquisador de que a empresa entende a gestão ambiental como sendo aquelas ações empreendidas no âmbito do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) segundo o modelo da ISO.

### **Resultados das entrevistas conduzidas para aferir sobre a realização das tarefas de gestão ambiental e/ou ecodesign presentes no C2C**

Responderam a essas perguntas somente o responsável por ecodesign e o representante de EHS da empresa, pois esses profissionais são aqueles que, teoricamente, deveriam responder por essas questões na empresa.

As perguntas e os respectivos valores atribuídos pelos respondentes (Eixo y) são mostrados na Figura 23.

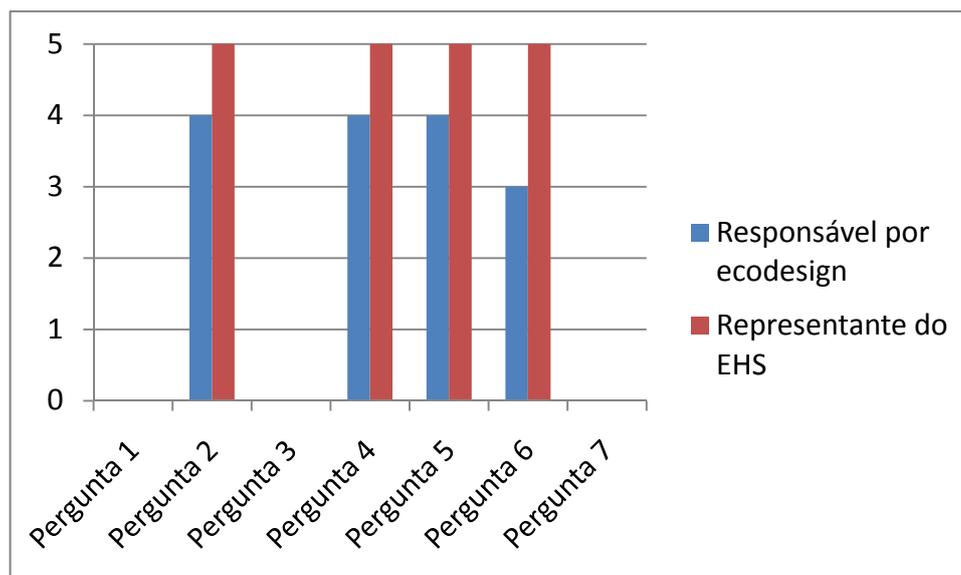


Figura 24: Nível realização das tarefas de gestão ambiental e/ou ecodesign presentes no C2C.

A Tabela 9 mostra a relação entre as tarefas do C2C e a legenda utilizada na Figura 22

Tabela 9: relação entre as tarefas do C2C e a legenda utilizada na Figura 22

Legenda usada na Figura 22	Tarefa relacionada à gestão ambiental e/ou ecodesign
Pergunta 1	Elaborar planilha preliminar de aspectos e impactos ambientais do novo produto
Pergunta 2	Avaliar e revisar a planilha de aspectos e impactos ambientais – processo
Pergunta 3	Avaliar e revisar a planilha de aspectos e impactos ambientais do produto
Pergunta 4	Avaliar a geração de resíduos sólidos, emissões atmosféricas e efluentes
Pergunta 5	Avaliar o consumo de água e energia elétrica
Pergunta 6	Avaliar e aplicar os requisitos ambientais (conforme requeridos)
Pergunta 7	Aplicar ferramentas de ecodesign para avaliação /atendimento dos requisitos ambientais da POS

Os respondentes afirmaram que as atividades “Elaborar planilha preliminar de aspectos e impactos ambientais do novo produto” e “Avaliar e revisar a planilha de aspectos e impactos ambientais do produto” não são realizadas.

A realização dessas atividades pressuporia conhecimento, por parte da empresa, dos impactos ambientais causados pelos seus produtos, o que remeteria a uma visão de gestão ambiental baseada na perspectiva do ciclo de vida, o que não se aplica para a empresa, a qual foca suas ações na gestão dos aspectos e impactos do processo produtivo.

Essa afirmação pode ser corroborada ao ver que os participantes responderam positivamente quando se trata de aspectos e impactos do do processo produtivo, tendo sido quatro valor mínimo atribuído a intensidade com que essas tarefas ocorrem.

Com relação à tarefa “Aplicar ferramentas de ecodesign para avaliação /atendimento dos requisitos ambientais da POS”, ambos respondentes afirmaram que não é executada.

Essa afirmação está coerente com o baixo conhecimento das ferramentas de ecodesign mais citadas na literatura (Figura 23) e também com a orientação à gestão dos aspectos e impactos do processo produtivo mencionada anteriormente.

### **5.2.3 Resultados da aplicação do questionário**

Nessa fase, primeiramente os resultados obtidos nas fases 1 e 2 do estudo de caso foram apresentados.

Em seguida, o pesquisador apresentou o modelo proposto (advindo da integração do ecodesign ao Modelo Unificado) e foi então solicitado que os participantes preenchessem um questionário (APÊNDICE E) com vistas a inferir sobre a impressão dos participantes sobre o modelo apresentado. De forma mais explícita, foi perguntado aos participantes se eles usariam o modelo apresentado como benchmark para introduzir ecodesign ao C2C. Todos responderam que sim, utilizariam.

Ainda, conforme compromisso assumido pelo pesquisador, foi apresentada uma proposta de integração do ecodesign ao C2C.

Essa proposta é baseada fundamentalmente nas tarefas de ecodesign propostas neste trabalho e na análise documental do C2C.

No entanto, devido às limitações impostas pelo contrato de confidencialidade, o resultado dessa integração não será apresentado neste documento.

### **5.3 Conclusões sobre o estudo de caso**

A empresa não conhece os impactos ambientais tipicamente causados por seus produtos e não tem práticas de ecodesign integradas ao C2C.

Não considera o desenvolvimento de produtos como fonte de inovação e diferenciação de produtos e não tem uma estratégia definida para se iniciar junto ao tema do ecodesign.

Da mesma forma, a empresa não apresenta um programa formalizado de ecodesign, não considerando de forma sistematizada, aspectos ambientais durante seu PDP.

Foi possível concluir que a empresa orienta suas ações em matéria de gestão ambiental ao processo produtivo, sendo o modelo de gestão ambiental adotado aquele preconizado pela norma ABNT ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental (SGA), na qual a empresa é certificada.

Exceção a essa regra relaciona-se à busca pelo selo PROCEL relacionado ao consumo de energia. Nesse sentido, ao se decidir que um produto deve estar apto a receber, por exemplo, o selo A de eficiência energética do PROCEL, é definido um requisito-meta o qual passa a ser considerado pela empresa desde o início do PDP.

Embora esse requisito-meta pode ser de fato considerado de natureza ambiental, deve-se ressaltar que sua definição não advém de um processo

estruturado em matéria de gestão ambiental que visa reduzir o impacto ambiental dos produtos da empresa, mas sim, do processo de competitividade do setor de linha branca.

A visão de que o projeto de produtos ecoeficientes redundará em perda de competitividade é predominante na empresa, a qual considera que produtos concebidos segundo o ecodesign serão, necessariamente, mais caros que os usualmente desenvolvidos.

As funções gestão ambiental e desenvolvimento de produto são executadas na empresa de forma separadas. Essa afirmação fica patente ao se constatar que profissionais que trabalham com o EHS da empresa não participam do processo de desenvolvimento de produtos, se ocupando apenas do SGA.

Quanto a gestão pós consumo dos produtos, deve-se ressaltar que no Brasil não existe, âmbito nacional, uma lei que trata de destinação final de resíduos sólidos em geral, e de equipamentos elétricos e eletrônicos como a Diretiva WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment Directive* <sup>69</sup>) na Europa. Dessa forma, ao afirmar que a define estratégia de fim de vida útil para seus produtos com base na legislação vigente, pode-se concluir que a empresa não adota uma estratégia de fim de vida para seus produtos focada na redução de impactos ambientais, tal como reciclagem e remanufatura. Essa afirmação pode se corroborada também pelo fato de que a empresa não possui sistema de coleta de seus produtos descartados por seus consumidores. Nesse sentido, segundo os conceitos aqui apresentados, a empresa não apresenta uma estratégia de fim de vida útil, embora afirme possuir uma.

---

<sup>69</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Waste\\_Electrical\\_and\\_Electronic\\_Equipment\\_Directive](http://en.wikipedia.org/wiki/Waste_Electrical_and_Electronic_Equipment_Directive), Acesso

Por fim, foi possível concluir que o modelo apresentado pode servir como benchmark para empresas interessadas em adotar práticas de ecodesign em consonância com seu modelo padrão de desenvolvimento de produtos.

## **6 Conclusões finais e sugestões para trabalhos futuros**

O ponto de partida desse trabalho foi a constatação de que o ecodesign não foi amplamente adotado pelas empresas, sendo a oferta de produtos ecoeficientes reduzida e poucos produtos de poucas empresas.

Quanto às causas dessa situação está o fato de que o ecodesign (mais especificamente suas práticas) não faz parte do processo padrão por meio do qual as empresas desenvolvem seus produtos, sendo essa a lacuna encontrada na área de pesquisa e aplicação de ecodesign que norteou a definição do objetivo desta pesquisa.

O objetivo deste trabalho foi propor um modelo para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos que contemplasse o conceito do ecodesign, o qual foi construído por meio da integração de práticas de ecodesign ao Modelo Unificado para a gestão do PDP proposto por ROZENFELD, et al, 2006.

Deve-se ressaltar que durante o levantamento de práticas de ecodesign, ficou evidente que não existe consenso sobre o que é uma prática dessa natureza. Dessa forma, o pesquisador acabou por propor uma definição do que venha a ser uma prática de ecodesign, sendo que se espera ter contribuído para a estruturação do conhecimento na área.

Ainda sobre as práticas de ecodesign, ficou patente a ausência de estudos mostrando sua aplicação em ambientes reais de indústrias de manufatura de bens produzidos em massa, sendo a quase totalidade das encontradas mostradas em

uma perspectiva teórica apenas. Diferente do que acontece com práticas de PDP, as práticas de ecodesign encontram-se ainda em um grau de maturidade baixo, em fase inicial de uso. Dessa forma, os resultados advindos de seu uso são ainda altamente questionáveis.

Dessa forma, fica evidente que uma sugestão para trabalhos futuros seria aplicar práticas de ecodesign no âmbito do PDP de empresas para verificar sua adequação e utilidade. Ainda, poder-se-ia comparar diferentes práticas.

Pretende-se que o modelo proposto possa ser utilizado para a construção de processos padrão de desenvolvimento de produtos bem como benchmark para empresas que já possuem processo padrão definido.

O uso do modelo enquanto benchmark foi testado por meio do estudo de caso realizado na unidade de eletrodomésticos da Whirlpool em Rio Claro.

No entanto, a hipótese de que o modelo aqui proposto pode ser utilizado com referência para a construção de um processo padrão não foi testada, constituindo na principal limitação do trabalho. Essa situação se deu devido ao fato de não se ter encontrado uma empresa interessada em construir um processo padrão de desenvolvimento tendo como referência o Modelo Unificado acrescido de práticas de ecodesign.

Nesse sentido, a principal indicação para trabalhos futuros é de que essa hipótese seja testada, ou seja, que o modelo aqui proposto seja utilizado como de referência para a construção de um modelo específico de desenvolvimento de produtos o qual, construído dessa forma, contemplaria o ecodesign.

No entanto, o estudo de caso permitiu concluir que a hipótese de que o modelo proposto serve de referência para a realização de benchmark de práticas de ecodesign” é válida.

A realização do estudo de caso pode comprovar situação comumente observada em empresas que operam no Brasil, as quais não consideram a sinergia entre as funções desenvolvimento de produtos e gestão ambiental, entendendo essa última como função exclusiva do gerenciamento de aspectos e impactos ambientais causados pela etapa do ciclo de vida dos produtos que trata exclusivamente de sua fabricação.

Nesse sentido, essa abordagem metodológica e respectivos instrumentos mostrou ser apropriada para a consecução do objetivo do trabalho.

Quanto à

## 7 Referências bibliográficas

AGOSTINETTO, J. S. Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças. Universidade de São Paulo - Dissertação de Mestrado. São Carlos. 2006.

AUSEN, D. GreenPack: Green Electronics Packaging and Environmental Data Flow Management.

BAKSHI, B. R.; FIKSEL, J. The Quest for Sustainability: Challenges for Process Systems Engineering. **AIChE Journal**, v. 49, p. 1350-1358, 2003.

BARBIERI, J. C. (1997). **Políticas públicas indutoras de inovações tecnológicas ambientalmente saudáveis nas empresas**. RAP. Rio de Janeiro, v.31, n.2, p.135-52, mar/abr.

BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, p. 409-425, 2002.

BHAMRA, T. et al. **Integrating Environmental Decisions into the Product Development Process: Part 1 The Early Stages**. First International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing. Tokyo: [s.n.]. 1999. p. 329.

BIERMA, T. J.; WATERSTARAAT, F. L.; OSTROSKY, J. Chapter 13: Shared Savings And Environmental Management Accounting. In: \_\_\_\_\_ **The Green Bottom Line**. [S.l.]: Greenleaf Publishing, 1998.

BISHOP, P.L. (2000). **Pollution prevention: fundamentals and practice**. Singapore: McGraw-Hill.

BOKS, C. The soft side of ecodesign. **Journal of Cleaner Production**, 2005.

BOKS, C.; DIEHL, J. **EcoBenchmarking for All**. Fourth International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing. Tokyo: [s.n.]. 2005. p. 792-798.

BREZET, J. C.; VAN HEMEL, C. **Ecodesign: A Promising Approach**. UNEP Working Group on Sustainable Product Development. Paris: [s.n.]. 1997.

BROWN, S. L.; EISENHARDT, K. M. (1995). **Product development: past research, present findings, and future directions**. *Academy of Management Review*, v. 20, n.2, p.343-378, Apr.

BULCHHOLZ, R.A. (1998). **Principles environmental management: the greening of business**. 2nded. New Jersey: Prentice-Hall.

BYGGETH, S.; BROMAN, G.; ROBERT, K.-H. A method for sustainable product development based on a modular system of guiding questions. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, p. 1-11, 2007.

BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. Handling trade-offs in Ecodesign tools for sustainable product development and procurement. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 1420-1430, 2006.

CALLENBACH, E.et al. (1993). **Gerenciamento ecológico: guia do Instituto Elmwood de auditoria ecológica e negócios sustentáveis**. São Paulo; Cultrix.

CHARTER, M.; TISCHNER, U. (Eds.). **Sustainable Solutions: developing products and services for the future**. Sheriffield: Greenleaf Publishing, 2001.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. (1991). **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Boston, Mass.: Harvard Business School Press

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. (1993) **Managing new product and process development: text and cases**. New York: Free Press.

CLAUSING, D. (1994). **Total quality development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering**. New York, AsmePress.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS. **Livro verde sobre a política integrada relativa aos produtos**. Bruxelas, 2001.

COOPER, R. G. **Winning at new products: accelerating the process from idea to launch**. Reading Mass: Addison-Wesley, 1993.

CRAWFORD, M.; BENEDETTO, A.D. **New Products Management**. 8.ed. New York: Mcgraw-Hill/Irwin, 2006.

DEWICK, P.; PIETIKAINEN, A. M. **Integrating sustainability into the innovation process**. International Association for Management of Technology conference, CERAM Business School , Nice, France, September 17-19th 2008

DOWIE, T. Green Design. **World Class Design to Manufacture**, v. 1, p. 32-38, 1994.

EHRENFELD, J. R.; HOFFMAN, A. J. **Becoming a green company: the importance of culture in the greening process**. Conference paper to the Greening of Industry Conference in Boston. Boston: [s.n.]. 1993.

ERNZER, M.; OBERENDER, C.; BIRKHOFER, H. **Methods to Support EcoDesign in the Product Development Process**. Going Green Care Innovation. [S.l.]: [s.n.]. 2002. p. 13.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Design for Environment**. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

GUELERE FILHO, A. et al. **Remanufacturing on a Framework for Integrated Technology and Product-System Lifecycle Management (ITPSLM)**. CIRP IPS2 Conference 2009. Cranfield: [s.n.]. 2009.

GUELERE FILHO, A. ; PIGOSSO, D. A. C. . **Ecodesign: Métodos e Ferramentas**. In: Handson Cláudio Dias Pimenta; Reidson Pereira Gouvinhas. (Org.). Ferramentas de Gestão Ambiental: Competitividade e Sustentabilidade. 1 ed. Natal: Editora do CEFET-RN, 2008, v. 1, p. 155-182.

GUELERE FILHO, A.; ROZENFELD, H. **Integrating Ecodesign Methods and Tools into a Reference Model for Product Development**. IV Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering. São Carlos: Suprema. 2006.

GRIFFIN, A. PDMA research on new product development practices: updating trends and benchmarking best practices. **Journal of Product Innovation Management**, v.14, n.6, p.429-458, 1997.

HANDFIELD, B.; MELNYK, A.; CALONTONE, J.; CURKOVIC, S. **Integrating environmental concerns into the design process**. Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Engineering Management, 2001; 48(2); 189-208.

HAUSCHILD, M.; JESWIET, J.; ALTING, L. **From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives**. CIRP Annals - Manufacturing Technology. [S.l.]: [s.n.]. 2005. p. 1-21.

JARRAR, Y. F.; ZAIRI, M. Internal transfer of best practice for performance excellence: a global survey. **Benchmarking: An International Journal**, v. 7, p. 239-246, 2000.

JESWIET, J.; HAUSCHILD, M. Ecodesign and future environmental impacts. **Materials and Design**, v. 26, p. 629-634, 2005.

JOHANSSON, G. Success factors for integration of ecodesign in product development. **Environmental Management and Health**, v. 13, p. 98-107, 2002.

KARLSSON, C. (Ed.). **Researching Operations Management**. 1a Edição. ed. New York: Routledge, 2009.

KARLSSON, R.; LUTTROPP, C. EcoDesign: what's happening? **Journal of Cleaner Production**, 2006; 14; 1291-1298.

LEIGHTON, T. (1992). **Ten trends in corporate environmentalism**. Tomorrow: the global environmental magazine, v.2, n2, p 25-31

LEMOS, H. M. **Mudança na Mentalidade Ambiental das Empresas**. São Paulo: Gazeta Mercantil. 15.06.2000.

LUTTROPP, C.; LAGERSTEDT, J. EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. **Journal of Cleaner Production**, p. 1-13, 2006.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 4a Edição. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MATHIEUX, F., REBITZER, G., FERRENDIER, S., SIMON, M. and FROELICH, D. (2002). **Implementation of Ecodesign in the European Electr(on)ics Industry**. Proceedings of the 9th International Seminar on Life Cycle Engineering, April 9-10, Erlangen.

NIELSEN, P. H.; WENZEL, H. Integration of environmental aspects in product development: a stepwise procedure based on quantitative life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, p. 247-257, 2002.

PIGOSSO, D. C. A. **Integração de métodos e ferramentas de ecodesign ao processo de desenvolvimento de produtos**. Universidade de São Paulo - Trabalho de Conclusão de Curso. São Carlos. 2008.

PRASAD, B. **Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process organization**. v. I New Jersey: Prentice Hall International Series, 1996

PUGH, S.. **Total design: integrated methods for successful product engineering**. Addison Wesley, 1991.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. 1a. Edição. ed. [S.l.]: Saraiva, 2006.

SÁNCHEZ, L.E. (2001). **Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais**. São Paulo: EDUSP

SYAN, D. **Concurrent engineering: concepts, implementation and practice**. London: Chapman & Hall, 1994.

TINGSTROM, J.; KARLSSON, R. The relationship between environmental analyses and the dialogue process in product development. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1409-1419, 2006.

UNEP DIVISION OF TECHNOLOGY INDUSTRY AND ECONOMICS. **Financing Cleaner Production - Profiting from Cleaner Production**. UNEP. [S.l.]. 2004.

VERNADAT, F.B. **Enterprise modeling and integration: principles and applications**. London: Chapman & Hall, 1996.

VEZZOLI, C.; MANZINI, E. **Design for Environmental Sustainability**. London: Springer, 2008.

WEENEN, J. C. V. Towards sustainable product development. **Journal of Cleaner Production**, v. 3, p. 95-100, 1995.

ZANCUL, E. S. **Gestão do Ciclo de Vida de Produtos: seleção de sistemas PLM com base em modelos de referência**. Universidade de São Paulo - Tese de Doutorado. São Carlos, p. 227. 2009.

## 8 Apêndices

## APÊNDICE A

Planilha de consolidação das treze ferramentas de ecodesign mais citadas na literatura

Ferramentas Referências	ABC-Analysis	Computer-Based Cooperative Method to Consider the Entire Life	DFE Matrix	EcoBenchmarking	Ecodesign Checklist Method (ECM)	Environmental Effect Analysis (EEA)	EcoDesign Pilot	Eco-indicator 99	Eco-indicator tool (Eco-it)	Environmental Design Industrial Template (EDIT)
GUELERE FILHO; PIGOSSO, 2008, p.166-174	x		x			x				
PIGOSSO, 2008		x	x	x	x		x	x	x	x
BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p.65-99								x		
BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006	x									
TISCHNER, 2001, p.269-270	x									
BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002					x					

Ferramentas Referências	Environmental Design Support Tool (EDST)	Matriz ERPA (Environmentally Responsible Product Assessment)	Life Cycle Assessment (LCA)	LiDS (Lifetime Design Strategies) – Wheel	Matriz MECO (Materials, Energy, Chemicals and Others)	Matriz MET (Materials, Energy, and Toxicity)	Method for Sustainable Product Development (MSPD)
GUELERE FILHO; PIGOSSO, 2008, p.166-174		x	x	x	x	x	
PIGOSSO, 2008	x		x				x
BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p.65-99			x			x	
BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006		x		x	x	x	
TISCHNER, 2001, p.269-270			x	x		x	
BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002			x				

Ferramentas Referências	Quality Function Deployment for Environment (QFDE)	Recovery Systems modeling and Indicator Calculation Leading to End-of- life-conscious Design (ReSICLED)	Ternary diagrams and energy accounting	The Eco-Function Matrix	Ten Golden Rules	Ecodesign web	Design Abacus	Phillips Fast Five	Six Rules of Thumb
GUELERE FILHO; PIGOSSO, 2008, p.166-174	x			x	x				
PIGOSSO, 2008	x	x	x	x	x				
BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p.65-99						x	x	x	x
BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006					x			x	
TISCHNER, 2001, p.269-270									
BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002									

Ferramentas Referências	Information/Inspiration	Flowmaker	técnicas de criatividade	Técnicas de user centered design	information provision tools	Funktionkosten	Dominance Matrix or Paired Comparison	EcoDesign Checklis	Econcept Spiderweb
GUELERE FILHO; PIGOSSO, 2008, p.166-174									
PIGOSSO, 2008									
BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p.65-99	x	x	x	x	x				
BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006						x	x	x	x
TISCHNER, 2001, p.269-270			x				x		
BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002									

Ferramentas Referências	Environmental Objectives Deployment (EOD)	The Morphological Box	Prescribing tools Strategy List	Volvo's Black List, Volvo's Grey List, Volvo's White List	MIPS (Material Input Per Service Unit)	CED (Cumulative Energy Demand)	Environmental Design Cost	LEADS-II	Eco- Compass
GUELERE FILHO; PIGOSSO, 2008, p.166-174									
PIGOSSO, 2008									
BHAMRA; LOFTHOUSE, 2007, p.65-99									
BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006	x	x	x	x					
TISCHNER, 2001, p.269-270					x	x			x
BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002					x	x	x	x	

## APÊNDICE B

Roteiro utilizado para avaliar se a empresa executa as tarefas de ecodesign propostas pelo trabalho

Número da pergunta	Pergunta	Respostas	
		Não	Sim
1	<b>A empresa monitorar a viabilidade ambiental dos projetos por meio de indicadores que apresentem o status de critérios de passagens nos Gates?</b>		
	Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo.		
2	<b>A empresa defini objetivos e metas ambientais na fase de pré-desenvolvimento?</b>		
	Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo.		
3	<b>A empresa defini, durante o pré-desenvolvimento, a forma como os produtos ecoeficientes serão introduzidos ao portfólio de projetos da empresa?</b>		
	Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo.		
4	<b>A empresa analisa a viabilidade ambiental dos projetos em desenvolvimento?</b>		
	Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo. Descreva brevemente esse processo na célula "Observação"		
5	<b>A empresa defini uma estratégia de fim de vida do produto nas atividades iniciais do C2C?</b>		
	Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo. Descreva brevemente esse processo na célula "Observação"		
6	<b>A empresa defini requisitos-meta ambientais nas atividades iniciais do C2C?</b>		

	<p>Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo. Descreva brevemente esse processo na célula</p> <p>"Observação"</p>		
7	<b>A empresa avalia o impacto ambiental das alternativas de soluções?</b>		
	<p>Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo. Descreva brevemente esse processo na célula</p> <p>"Observação".</p>		
8	<b>A empresa avalia o impacto ambiental dos SSCs?</b>		
	<p>Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo. Descreva brevemente esse processo na célula</p> <p>"Observações"</p>		
9	<b>A empresa avalia o impacto ambiental das concepções alternativas?</b>		
	<p>Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo. Descreva brevemente esse processo na célula</p> <p>"Observações"</p>		
10	<b>A empresa avalia o impacto ambiental do conceito do produto?</b>		
	<p>Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo. Descreva brevemente esse processo na célula</p> <p>"Observações"</p>		
11	<b>A empresa avalia o impacto ambiental do produto final?</b>		
	<p>Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo. Descreva brevemente esse processo na célula</p> <p>"Observações"</p>		
12	<b>A empresa seleciona processos de fabricação que causem menos impacto ambiental?</b>		
	<p>Em caso de resposta positiva, escolha um valor de 1 a 5 que represente a intensidade em que isso ocorre, onde 1 significa menos intenso e 5 mais intenso. Coloque essa valor na célula destacada em amarelo.</p>		

## APÊNDICE C

Roteiro utilizado para avaliar o nível de conhecimento dos respondentes com relação às treze ferramentas de ecodesign mais citadas na literatura

<b>Ferramentas de Ecodesign - Caso não conheça alguma ferramenta, deixe em branco</b>	<b>Nível de conhecimento</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Em relação à ferramenta ACV, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta The Ten Golden Rules, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta DfE Matrix, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta Eco-Function Matrix, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta MECO, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta MET, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta LiDS – Wheel , classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta Ecodesign Checklist Method (ECD), classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta Eco-indicator 99, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta Philips Fast Five Awareness, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta ABC – Analysis, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta Dominance Matrix or Paired Comparison, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					
Em relação à ferramenta Quality Function Deployment for Environment, classifique seu nível de conhecimento utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa menor nível de conhecimento e 5 maior nível de conhecimento					

## APÊNDICE D

Roteiro do APÊNDICE D foi utilizado para aferir sobre a realização das tarefas de gestão ambiental e/ou ecodesign presentes no C2C

Número da pergunta	Atividades do C2C	Resposta	
		Sim	Não
1	A tarefa "Elaborar planilha preliminar de aspectos e impactos ambientais do novo produto" da atividade "Definição de requisitos de produção / distribuição" é executada? Se sim, escolha um valor de 1 a 5 para indicar a intensidade com que é realizada		
2	A tarefa "Avaliar e revisar a planilha de aspectos e impactos ambientais – processo" da atividade "Definição dos requisitos gerais de produto" é executada? Se sim, escolha um valor de 1 a 5 para indicar a intensidade com que é realizada		
3	A tarefa "Avaliar e revisar a planilha de aspectos e impactos ambientais do produto" da atividade "Conceito do produto" é executada? Se sim, escolha um valor de 1 a 5 para indicar a intensidade com que é realizada		
4	A tarefa "Avaliar a geração de resíduos sólidos, emissões atmosféricas e efluentes" da atividade "Conceito de produção e distribuição" é executada? Se sim, escolha um valor de 1 a 5 para indicar a intensidade com que é realizada		
5	A tarefa "Avaliar o consumo de água e energia elétrica" da atividade "Conceito de produção e distribuição" é executada? Se sim, escolha um valor de 1 a 5 para indicar a intensidade com que é realizada		
6	A tarefa "Avaliar e aplicar os requisitos ambientais (conforme requeridos)" da atividade "da atividade "Conceito de produção e distribuição" é executada? Se sim, escolha um valor de 1 a 5 para indicar a intensidade com que é realizada		
7	Aplicar ferramentas de eco design para avaliação /atendimento dos requisitos ambientais da pos		

## APÊNDICE E

Questionário utilizado para avaliar a impressão dos participantes sobre o modelo apresentado

<b>Objetivo principal da pesquisa</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>desdobramento dos objetivos</b>	<b>O que vai avaliar / medir (característica)</b>	<b>Variáveis</b>	<b>unidade de medida</b>	<b>Questão</b>
Avaliar se o modelo proposto poderia ser utilizado como benchmark para inserção de ecodesign ao C2C	Avaliar se os respondentes utilizariam o modelo proposto como benchmark para inserção de ecodesign ao C2C	Conhecer a opinião de cada participante quanto a utilidade do modelo proposto	A impressão dos respondentes sobre a utilidade do modelo proposto	Escala likert 5 pontos (leigo a especialista)	Escala de 1 a 5	Você utilizaria o modelo proposto como benchmark para inserção de ecodesign ao C2C?



## 9 Anexos

## ANEXO 1

Cento e cinco métodos e ferramentas apresentados por PIGOSSO, 2008

Nome do Método	Resumo do Método
<p><b>10 Guidelines for Ecodesign</b></p>	<p>Trata-se de regras práticas que sintetizam o pensamento do ciclo de vida. 1: Não desenhe produtos, mas sim ciclos de vida (sugere a utilização na MET). 2: Materiais naturais nem sempre são os melhores. 3: Focar na redução do consumo de energia em todas as fases do ciclo de vida do produto. 4: Aumente o tempo de vida do produto (uso de materiais mais duráveis ou possibilidade de atualização). 5: Não desenhe produtos, mas serviços (foco na solução de necessidades). 6: Use o mínimo de material possível (sugere o uso do Eco-Indicator). 7: Use materiais reciclados (não apenas faça seu produto reciclável, mas use materiais reciclados). 8: Faça seu produto realmente reciclável (aumento da chance de reciclagem pelo design). 9: Faça perguntar estúpidas (as decisões não precisam ser tomadas de acordo com a prática comum, pergunte-se porque). 10: Seja um membro da O2. Este guideline pode fazer com o impacto ambiental do produto diminua de 30 a 50%.</p>
<p><b>ABC Analysis</b></p>	<p>A Análise ABC realiza a avaliação dos impactos ambientais de um produto. O produto é avaliado em onze critérios diferentes (como requisitos sociais, impactos ambientais, custos ambientais e riscos de acidentes) e, de acordo com essa avaliação qualitativa, é classificado em uma das seguintes áreas: A = problemática (requer ações), B = média (a ser observado e melhorado) e C = sem perigo (nenhuma ação é requerida). Apresenta uma perspectiva do ciclo de vida do produto, dando uma visão geral dos impactos ambientais gerados em cada uma das fases do seu ciclo de vida. Inclui uma prescrição concreta (detalhada e informativa) dos aspectos ambientais. Considera situações de trade-offs. Pode ser utilizada para guiar a escolha de acordo com toxicidade, extração da matéria prima e poluição. Aspectos importantes podem ser esquecidos no processo de comparação entre conceitos de produtos e nas opções de melhorias, como materiais. A ferramenta também não considera as substâncias químicas que ainda não são consideradas perigosas, mas que ainda assim violam os princípios da sustentabilidade e podem causar problemas ambientais futuros significantes. Na ferramenta, existe o critério "Impactos Ambientais Potenciais" dividido em toxicidade (perigo para a saúde),</p>

	<p>poluição do ar (destruição da camada de ozônio) e poluição da água (toxicidade para a flora e fauna aquática). Se o produto contiver substâncias tóxicas, carcinogênicas ou que destruam a camada de ozônio, ele será avaliado como problemático (A) pela ferramenta. Entretanto, outras substâncias que não são cobertas por essa definição, por exemplo substâncias novas ainda não estudadas, podem causar efeitos negativos substâncias no futuro e serão desconsideradas se o termo "problemático" só está relacionado a impactos conhecidos, como toxicidade ou bioacumulação.</p>
<p><b>Alternative Function Fulfillment (AFF) Methodology</b></p>	<p>A saída desejada da estratégia AFF é uma solução alternativa para suprir determinada necessidade com menos impacto ambiental do que a alternativa tradicional existente. A metodologia começa com um produto (sistema) existente e consiste de 6 passos: (1) Identificação do sistema do qual o produto existente faz parte (de que produtos, serviços ou infra-estrutura o produto precisa para fornecer a sua funcionalidade?, como o produto é usado?), (2) Identificar o resultado que o sistema entrega ou a necessidade que ele satisfaz (o que o sistema precisa satisfazer? O sistema satisfaz outras necessidades escondidas?), (3) Faça um perfil ambiental do atual sistema ao longo de todo o seu ciclo de vida para revelar as ineficiências do sistema (entrada de materiais, energia, emissões tóxicas, etc.), (4) Identificar as outras características do sistema (tanto ambientais quanto econômicas e regulatórias), (5) Gerar conceitos de AFF (ferramentas e guidelines podem ser desenvolvidos para auxiliar essa fase), (6) Compare a solução alternativa encontrada com o sistema original através da utilização de métricas.</p>
<p><b>AT&amp;T's Green Design Tool</b></p>	<p>É baseada na análise dos "atributos verdes mais elevados" de um produto. Esse método tem a vantagem de utilizar dados menos intensivos e fornecer uma saída de forma tal que o designer possa rapidamente reconhecer quais são os atributos que mais precisam ser melhorados e os métodos de manufatura utilizados. Essa abordagem dá ao designer uma visão geral do status ambiental do design do produto. Apesar de estes dados serem úteis, um problema comum a esse tipo de análise é que o design do produto já deve ter sido estabelecido, pelo menos em parte, anteriormente. Qualquer mudança que deva ser realizada irá requerer alterações no design ou em componentes. Se um produto complexo estiver sendo desenvolvido qualquer melhoria do design pode ser impossível de ser implementada dada a sua complexidade. Outro problema é</p>

	<p>que qualquer melhoria ambiental que seja feita pode afetar o desempenho dos demais atributos mensurados. A ferramenta analisa o design e os seus processos associados do ponto de vista ambiental. Pode ser utilizada assim que a concepção básica do produto tenha sido estabelecida.</p>
<p><b>ATROiD EcoDesign Tool</b></p>	<p>O objetivo da ferramenta é desenvolver partes e produtos que possam ser desmontados de maneira rápida e econômica. Inclui tempo/custo de desmontagem, critério para determinação do potencial de reciclagem e um módulo para guiar o design. Requer conhecimentos acerca da desmontagem e reciclagem no começo do processo de desenvolvimento. O software é composto por quatro módulos incluindo módulo de dados do produto (os designers incluem os nomes dos componentes e a informação relacionada para a estrutura similar para formar a lista de materiais do produto. Contém formato das partes, dimensão, peso, material, tipo de ligação entre partes, prioridade de desmontagem, etc.), módulo de avaliação (dadas as informações do produto, a ferramenta avalia o tempo e custo de desmontagem, o potencial para reciclagem, tempo de montagem, impacto ambiental, etc.), módulo de análise dos pontos fracos (os pontos fracos são identificados do ponto de vista de reciclagem e desmontagem) e módulo guia de design (o relacionamento da análise dos pontos fracos e o guia de design possibilita a escolha de opções de melhoria).</p>

<b>Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)</b>	<p>ACV é uma ferramenta de avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto ou serviço para: construir um inventário de oportunidades de redução deste impacto ambiental. Estas oportunidades devem ser avaliadas considerando os objetivos traçados para a ACV, além de ser apresentadas as implicações técnicas, econômicas e ambientais para cada possibilidade de melhoria ambiental.entradas e saídas do sistema; avaliar os impactos ambientais potenciais destas entradas e saídas; interpretar os resultados da análise do inventário e da avaliação de impactos do sistema, relacionados ao objetivo do estudo. A definição do objetivo e do escopo consiste na delimitação da aplicação da ACV, procurando definir claramente o que será avaliado, ou seja a descrição do ciclo de vida do produto que será considerado. O escopo da ACV, por sua vez, é o esclarecimento dos limites de aplicação do método (como a unidade funcional que será avaliada; as fases do ciclo de vida do produto que serão consideradas; as diretrizes para o detalhamento de cada fase; os tipos de entradas e saídas que deverão ser consideradas; os critérios de avaliação; e a forma e conteúdo do relatório final da ACV). O inventário refere-se ao balanço de massa e energia do ciclo de vida do produto. Estes balanços são realizados com base no objetivo e escopo, na unidade funcional e na descrição do ciclo de vida, determinados anteriormente. As interferências ambientais identificadas e quantificadas no inventário são distribuídas em categorias de impacto ambiental. Esta atividade pode ser dividida em: determinação das categorias ambientais e na classificação das interferências ambientais nestas categorias. A caracterização corresponde à quantificação da contribuição nas categorias de impacto ambiental das intervenções ambientais identificadas, quantificadas e classificadas anteriormente. Ao final da caracterização, têm-se um conjunto de categorias de impactos ambientais, quantificadas segundo unidades que congregam as intervenções ambientais. Então, realiza-se uma avaliação para verificar a importância de cada categoria. A interpretação consiste em verificar como as considerações realizadas durante os passos anteriores modificam os resultados encontrados na avaliação do impacto ambiental.</p>
---	--

<p style="text-align: center;"><b>Computer-Based Cooperative Method to Consider the Entire Life Cycle</b></p>	<p>Através do uso deste sistema de software, o designer pode determinar os impactos ambientais de todas as fases do ciclo de vida de um produto. O software é integrado a CAD - softwares, a uma biblioteca de regras de design, a uma base de dados com dados técnicos, econômicos e ambientais de materiais, produtos e processos, assim como a uma ferramenta para avaliação do impacto ambiental. O sistema de avaliação utiliza informação de todas as fases do ciclo de vida do produto (informações do produto, como geometria, material, peso, etc. e dados de todos os processos do ciclo de vida (extração da matéria-prima, manufatura, uso, reciclagem, etc.) e fornece um único valor de impacto ambiental total para o designer. Produtos podem ser comparados pela determinação do impacto ambiental total de cada fase do ciclo de vida (evita a otimização de um aspecto sem respeitar os efeitos da mudança nas outras fases do ciclo de vida) durante o processo de design. Sugere a existência de especialistas para cada fase do ciclo de vida do produto.</p>
<p style="text-align: center;"><b>D4N</b></p>	<p>D4N vai além da análise do ciclo de vida ao incluir todas as questões de fim-de-vida e avaliação dos designs ecologicamente e economicamente. Ela fornece guidelines para o re-design, alguns dos quais são incorporados na ferramenta de forma a semi automatizar o processo de redesign. Os dados existentes em sistemas CAD são automaticamente extraídos e um gráfico de ligação é formado, possibilitando a geração da seqüência de desmontagem de modo que as partes econômica e ecologicamente importantes sejam removidas o mais rápido possível, evitando desmontagens desnecessárias. Os dados são complementados por bases contendo informação de materiais, impactos ambientais, destino ao fim do ciclo de vida e custos. As bases de dados devem conter para cada material o método de disposição no fim de vida, o impacto ambiental medido em um valor eco-indicator (PRé Consultants) e os custos de reciclagem ou processamento no fim de vida. Dados de entrada do designer são necessário para a especificação dos tipos de conexão entre as partes e o material utilizado em cada parte. O design é então avaliado e guidelines são dados para o redesign. Dois parâmetros principais são usados para a avaliação do produto: impacto ambiental, baseado nos padrões de impacto dos materiais, e custos totais de fim de vida que cobrem a desmontagem, disposição, e processamento para reciclagem ou reuso, assim como retornos nas partes reusadas e dos materiais reciclados.</p>

<p><b>Decision Supporting Tool for Environmentally Conscious Product Design</b></p>	<p>Os dados do produto e/ou processo necessários para a avaliação são determinados por uma modelação paralela da geometria do produto (sistema CAD) e do seu ciclo de vida (Life Cycle Modeller) e transmitidos para o sistema de avaliação. Propõe a integração dos sistemas: modelador do ciclo de vida (especifica o ciclo de vida do produto pela alocação de processos para as fases do ciclo de vida do produto e formando a base de dados para a análise ecológica a ser realizada), sistema de avaliação (realiza a análise ecológica do produto pela metodologia do LCA e organiza os resultados de forma a serem diretamente utilizados pelo designer), sistema de informação (torna disponível informação de hipertexto sobre padrões ou guidelines ambientais relevantes e suportando a aplicação pelo usuário através da aplicação de métodos knowledge-based (selecionando materiais, por exemplo), e um sistema de banco de dados orientada a objetos. O uso desse sistema possibilita a comparação entre alternativas ao longo do processo de desenvolvimento, podendo inferir a causa do impacto ambiental que está sendo identificado, determinando assim os pontos fracos que necessitam de melhorias</p>
<p><b>Design Abacus</b></p>	<p>O Design Abacus pode ser utilizado para pontuar um produto nas áreas social, econômica e ambiental, na análise e no planejamento do design. Auxilia na identificação dos objetivos do design, na comparação entre várias variáveis de design e compara diferentes designs do produto ao longo do seu ciclo de vida. As atividades a serem desenvolvidas envolvem: uso do template disponível para download, identificação do número de questões acerca das áreas sociais, econômica e ambiental e decisão da questão a ser considerada; para cada questão, escrever a solução ideal e a pior solução; estimativa de quão bom ou ruim o produto é em cada área e o quão confiante você está; e desenhar uma linha para conectar todas as pontuações nas áreas em questão e níveis de confiança.</p>
<p><b>Design Environment of CRC 392</b></p>	<p>Possibilita o designer a realizar um LCA simultaneamente durante o projeto detalhado em um sistema CAD. Precisa ser aperfeiçoado através da inclusão de mais processos produtivos e melhoria dos tempos de rodagem e estabilidade.</p>

<p><b>Design for Recycling Methodology</b></p>	<p>O método avalia a habilidade de um produto em ser recuperado. No método, um produto é considerado como a união de parte com links mecânicos de acordo com determinada arquitetura. Todas as alternativas de tratamento de resíduos são consideradas, assim como o reuso, recondicionamento, remanufatura, reciclagem após desmontagem manual, reciclagem após fragmentação do produto, recuperação da energia e disposição controlada. O sistema de recuperação começa com a aquisição dos produtos a serem reciclados e termina com a venda do material secundário. A avaliação da capacidade de recuperação do produto é feita com base em três critérios: índice de recuperação tecnológica (porcentagem do produto que pode ser extraída para reuso, reciclagem, recuperação de energia e disposição), indicador de recuperação econômico (custo ou receita da recuperação para o dono final do produto) e indicador de recuperação ambiental (impacto ambiental da recuperação do produto baseado em uma análise de ACV). Um processo de recuperação é definido por três características: sua função, condição de entrada do material e entradas/saídas secundários. Como um processo nem sempre leva à recuperação total de um produto, cenários de recuperação (seqüência de processos de recuperação) devem ser considerados.</p>
<p><b>Design for upgradability involving changes of functions</b></p>	<p>O objetivo do design para atualização é estender a vida útil do produto através da atualização de funções entre múltiplas gerações adicionando, trocando ou removendo módulos. As abordagens do método incluem: 1. Representação da função (as operações de adicionar ou remover funções devem ser representadas no plano de atualização e a metodologia deve derivar uma estrutura do produto tendo-se em vista essas mudanças funcionais), 2. Solução de design como uma plataforma, módulos e interface (plataforma: estrutura do produto que não muda ao longo das gerações do produto; módulos atualizáveis: módulos a serem adicionados, removidos ou substituídos a cada operação de atualização; interface: descreve os limites entre a plataforma e os módulos). 3. Incerteza do futuro (devido à dificuldade em se prever as tendências para o futuro, o design para a atualização deve ser robusto frente à futura incerteza).</p>
<p><b>Design Guidelines for Renewable Energy Powered Products</b></p>	<p>Consideração dos critérios internos e externos (identificação das necessidades do usuário (funcional, operativa, econômica, social, psico-semântica, etc.), e potencial dos mercados de consumo (grupo alvo)). O checklist é composto por 5 passos: 1) Identificação do produto, uso e contexto (definição das características e funções do produto, quem é o seu usuário e em que contexto o produto será utilizado), 2) Consumo de energia</p>

	<p>durante a fase de uso do produto (uso máximo de energia, frequência de uso e duração por uso), 3) Identificação da tecnologia de geração de energia renovável apropriada (características de energia renovável desejáveis), 4) Geração potencial de energia pela alternativa escolhida e 5) Correlacionar a energia gerada e a utilizada pelo produto.</p>
<p><b>DfE Matrix</b></p>	<p>Essa matriz levanta questões relacionadas aos impactos ambientais do produto que podem não ter sido considerados previamente através de 100 questões que alocam uma grande gama de tópicos ambientais e de design e fornece uma análise semi-quantitativa das alternativas de design do produto. O resultado é uma pontuação relativa do produto que pode ser utilizada para comparar o produto que está sendo desenvolvido com um produto existente, ou ainda para comparar alternativas de design para um novo produto de acordo com o seu impacto ambiental potencial. Os totais para cada fase do ciclo de vida (pré-manufatura, manufatura, embalagem e distribuição, uso e manutenção, fim-de-vida) e os impactos ambientais indicam áreas importantes e áreas para melhorias em termos dos atributos ambientais de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida. A pontuação total da matriz é uma medida relativa dos atributos do produto e complementa os parâmetros econômicos, de valor do cliente e de manufaturabilidade que também devem ser avaliados. Os dados de referência fornecem informações adicionais para responder as questões para preenchimento da matriz, que pode ser adaptada de acordo com as necessidades dos designers.</p>
<p><b>Dominance Matrix or Paired Comparison</b></p>	<p>O propósito da ferramenta é estabelecer um ranking de soluções ou critérios de competição, por exemplo, competição de demandas de um produto ou requisitos ambiental que competem entre si, através de uma comparação sistemática entre as diferentes alternativas. Cada alternativa individual é comparada qualitativamente com todas as outras alternativas. Não apresenta uma perspectiva do ciclo de vida e apresenta prescrições gerais dos aspectos ambientais. Não há um método de atribuição de valores na ferramenta, mas pode ser utilizada para estruturação de alternativas.</p>
<p><b>Eco Communication Matrix</b></p>	<p>Trata-se da preparação do jogo de marketing e da estratégia de comunicação. A maioria dos dados necessários para o preenchimento da matriz é derivado das fases anteriores do projeto (benchmarking, eco-design matrix, etc.). Podem ser feitas comparações entre produtos de diferentes gerações e com os produtos concorrentes. As linhas da matriz correspondem a Consumo de Energia, Aplicação dos Materiais, Embalagem e Transporte,</p>

	<p>Substâncias, Durabilidade/Reciclabilidade, Manufatura e Perspectiva do Ciclo de Vida. As colunas da matrix correspondem a Benefícios Internos à Empresa, Benefício aos Clientes/Consumidores e Benefícios aos Stakeholders e à Sociedade. Cada um desses benefícios está dividido em tangíveis (T), intangíveis (Int) e percepção x emoção (PEX).</p>
<p><b>EcoBenchmarking</b></p>	<p>O método é baseado em 10 passos e dependendo do contexto e das necessidades, ele pode ser ajustado de duas maneiras: versão light x estendida (uso de uma ou de várias planilhas) ou informacional x físico (baseado em testes físicos do produto ou em informações sobre ele). Isso leva a 4 versões diferentes de EcoBenchmarking. A mais apropriada deve ser selecionada de acordo com a organização e o projeto (por ex., a versão light baseada em informações coletadas é mais apropriada para pequenas e médias empresas em economias emergentes). Cada um dos 10 passos tem um objetivo específico, uma questão específica a ser respondida e uma planilha associada. Os passos são: (1) Quais são os objetivos do EcoBenchmarking?, (2) Que produtos e de que competidores serão selecionados para o EcoBenchmarking? (para isso, devem ser identificados os produtos líder no setor, estão no mesmo nicho de mercado que o produto que está sendo desenvolvido e são considerados como melhores práticas; a funcionalidade, ano de produção, preço de venda e disponibilidade devem ser considerados durante a escolha do produto), (3) Qual é a unidade funcional e os limites do sistema do EcoBenchmarking?, (4) Quais são as áreas relacionadas ao meio ambiente a serem focadas no EcoBenchmarking?, (5) Como escolher as áreas foco para melhorias ambientais do produto e como traduzir as áreas foco em variáveis mensuráveis?, (6) Como organizar uma sessão de desmontagem?, (7) Como processar e comparar os dados de saída do EcoBenchmarking?, (8) Como revisar os resultados obtidos e gerar opções de melhoria?, (9) Como avaliar e priorizar as opções de melhoria? (considerar a viabilidade ambiental, social, técnica, para os consumidores e financeira), (10) Como implementar as opções de melhoria?</p>
<p><b>Eco-Compass technique</b></p>	<p>É utilizada para avaliar o impacto ambiental de um produto existente. O impacto é identificado em seis índices (intensidade de materiais utilizados, intensidade de energia, riscos potenciais à saúde e ao meio ambiente, revalorização, conversão de recursos, e extensão do serviço. Combinando-se custos e benefícios, a árvore de localização da vida de um produto pode ser construída e o impacto ambiental do produto avaliado no processo de desempenho, fases do ciclo de vida, e diferentes localidades</p>

	na vida do produto com a utilização desses oito índices.
<b>ECODESIGN Checklist Method (ECM)</b>	Esta ferramenta é composta por três módulos: análise do produto, análise das partes e análise funcional. No módulo de análise das partes, o produto deve ser dividido em todas as suas partes principais e cada uma dessas partes é então analisada de acordo com um checklist que contém os seguintes critérios: material, manufatura, tempo de vida, funcionalidade, manutenção, reparo, desmontagem e reciclagem. O objetivo da análise da funcionalidade é localizar a falta de funções do produtos de acordo com o critério do ecodesign. Na análise do produto, o produto como um todo é analisado de acordo com critérios como uso, funcionalidade, consumo, emissão e distribuição. Os resultados desses três módulos são o perfil do produto, o perfil das partes (indica que parte deve ser redesenhada) e o cumprimento das funções por cada parte do produto. A matriz de funções mostra a função do produto com o pior desempenho de ecodesign. O termo ecodesign nesse artigo foi definido como medidas a serem tomadas de modo a reduzir o impacto ambiental de um produto, como resultado da consideração de três níveis: nível do produto, interface produto-usuário e nível regional.
<b>Eco-design Matrix</b>	Realiza a avaliação das opções de melhoria de design ambiental. Na Eco-design Matrix as opções de melhoria ambiental geradas são colocadas no lado esquerdo da tabela. O benefício ambiental de cada opção é primeiramente estabelecido com base nos cálculos do Eco-indicator. A análise do benefício refere-se também aos 3 outros importantes stakeholders no processo de negócio: a companhia, o cliente e a sociedade como um todo. Os benefícios são considerados nas seguintes categorias: tangíveis (custo ou custo de ocasião, menos recursos), intangíveis (facilidade de produção, operação, qualidade de vida, melhor conformação ambiental) e percepções e emoções (melhor imagem). A viabilidade apresenta aspectos tanto econômicos quanto técnicas.

<p><b>Ecodesign Method for Electronics Products</b></p>	<p>O método consiste de 6 módulos: Life Cycle Thinking (dividido em extração da matéria-prima, manufatura, distribuição, uso e disposição; devem ser identificadas as fases do ciclo de vida com maior impacto ambiental com o uso de ferramentas de avaliação do impacto), Benchmarking Ambiental (quando o ciclo de vida crítico não for a manufatura, deve ser usado uma matriz genérica de benchmarking ambiental para a fase do ciclo de vida mais significativa. As especificações metas devem ser obtidas para parâmetros com significância ambiental), Checklist (usado quando a principal fase do ciclo de vida é a manufatura, os itens do checklist para a manufatura são checados contra os processo de manufatura através de atribuição de pesos e da realização de avaliação e risco de implementação), Ecodesign Guidelines (25 guidelines para minimizar os impactos ambientais do produto ao longo de todo o seu ciclo de vida), Geração de idéia do ecodesign e Avaliação da idéia do Ecodesign (as idéias são avaliadas em três passos consecutivos: simplificação, passa/reprova teste e seleção por ponderação. O teste passa/reprova consiste de 4 elementos incluindo exigência legais e técnicas, limitações de custo e tempo de desenvolvimento).</p>
<p><b>Ecodesign Online</b></p>	<p>Trata-se de uma adaptação do PILOT. O primeiro passo consiste na identificação das fases do ciclo de vida do produto que apresentam o maior impacto ambiental. Em seguida, são identificadas as estratégias de ecodesign e as métricas apropriadas para que um produto possa ser selecionado e adaptado para a implementação. O ECODESIGN Online é aplicado por uma seqüência de 7 passos: (1) Pensamento do Ciclo de Vida (identificação das fases do ciclo de vida do produto que causam o maior impacto - balanço de massa e energia), (2) Encontrando as características dos produtos (classificação de acordo com 5 tipos básicos de acordo com os maiores impactos ambientais: extração da matéria-prima, manufatura, transporte, uso e disposição), (3) Selecionar os objetivos e estratégias de melhoria (de acordo com o produto), (4) Identificar os guidelines de ecodesign (para cada estratégia do ecodesign selecionada, existe um checklist relacionado que fornece maneiras de avaliar o produto e aplicar ações para melhorá-lo (cada checklist contém de 5 a 10 guidelines)), (5) Transformar os guidelines em mudanças individuais de design do produto, (6) Avaliando e aplicando as mudanças de design.</p>

<p><b>EcoDesign Pilot</b></p>	<p>Uma vez que as estratégias foram selecionadas para a melhoria de um produto existente, as diferentes regras de design e guidelines guiam o designer pelo processo de design. Para melhorar o desempenho ambiental cada produto requer medidas específicas dependendo do seu impacto ambiental nas diferentes fases do seu ciclo de vida (extração da matéria prima, manufatura, transporte, uso e disposição). Um bom conjunto de medidas das regras de design e guidelines podem ser encontrado no software do EcoDesign PILOT. O problema é como aplicar essas medidas para o produto e como encontrar novas soluções para a identificação dos pontos fracos.</p>
<p><b>Ecodesign strategy wheel</b></p>	<p>Um total de 33 princípios do ecodesign (opções para a melhoria ambiental de produtos) foram agrupados em 8 estratégias que abrangem todo o ciclo de vida dos produtos, guiando os desenvolvedores de produto na tomada de decisão quanto às possíveis melhorias ambientais. As estratégias são: 0 - Novo Conceito de Desenvolvimento (desmaterialização, uso compartilhado do produto, integração de funções e otimização funcional do produto de acordo com os seus componentes), 1 - Seleção de materiais com baixo impacto ambiental (materiais não perigosos, não exaustíveis, materiais com baixo conteúdo energético, recicláveis e reciclados), 2 - Redução do uso de materiais (redução do peso e do volume para facilitar o transporte), 3 - Otimização das técnicas de produção (uso de técnicas de produção alternativas, diminuição dos processos de produção, diminuição do consumo de energia/consumo de energia limpa, diminuição da geração de resíduos, diminuição da produção de consumíveis), 4 - Sistema de distribuição eficiente (diminuição de embalagens/embalagens "limpas", modal de transporte eficiente, logística eficiente), 5 - Redução do Impacto Ambiental na Fase de Uso (diminuição do consumo de energia, fonte de energia limpa, consumíveis "limpos" durante o uso, não utilizar energia ou material auxiliar durante o uso), 6 - Otimização do início do ciclo de vida (confiabilidade e durabilidade, facilidade de manutenção e reparo, estrutura modular de produto, design clássico, usuário tomando conta do produto), 7 - Otimização do Sistema de Fim de Vida (reuso do produto, remanufatura/recondicionamento, reciclagem, incineração limpa). Foca no desenvolvimento de produtos manufaturados, mas a maioria das estratégias também podem ser aplicadas a produtos não-manufaturados e serviços.</p>

<b>Ecodesign Web</b>	O Ecodesign Web é uma maneira rápida de identificar as áreas de um produto que devem ser focadas para melhorar o seu desempenho ambiental. Funciona através da comparação de sete áreas (seleção de materiais, uso de materiais, distribuição, uso, tempo de vida ótimo, fim de vida, e novas maneiras de fazer) de design entre si para a identificação "melhor que/pior que". O valor estimado deve ser marcado na rede com um xis (muito bom, bom, ok, ruim, muito ruim). Após a conclusão da atividades, os "xizes" devem ser ligados e a forma criada ilustrará quais áreas necessitam de mais atenção. O Ecodesign Web pode ser realizado novamente para comparação entre as novas idéias geradas e o produto original. Trata-se de uma adaptação do LiDs Wheel.
<b>Eco-eficiência</b>	A eco eficiência é representada por um valor relativo do produto ou serviço relativo ao seu impacto ambiental. É definida como a razão entre os benefícios econômicos (numerador) e os impactos ambientais (denominador). Um componente que apresenta alto valor econômico e baixo impacto ambiental é considerado como tendo alta prioridade na reciclagem. De outra forma, um componente que gera baixo benefício econômico e alto impacto ambiental é considerado como tendo alta prioridade na melhoria do desempenho econômico e ambiental. Esse método é muito utilizado na consideração dos aspectos ambientais e econômicos simultaneamente. Os resultados são de fácil interpretação através da integração de dois aspectos em um único indicador. Entretanto, o método não considera a importância relativa e a escala dos dois aspectos.
<b>Eco-indicator 99</b>	O Eco-indicador de um material ou processo é um número que indica o impacto ambiental baseado em dados de uma avaliação do ciclo de vida. Quanto maior for o número, maior será o impacto ambiental. O número relativo não é importante, já que o principal objetivo é a comparação. Valores padrões do Eco-Indicador estão disponíveis para materiais, processos produtivos, processos de transporte, processos de geração de energia e cenários de disposição. Devem ser seguidos os seguintes passos para a obtenção do Eco-Indicador: (1) Estabelecimento do objetivo do cálculo do Eco-Indicador; (2) Definir o ciclo de vida do produto; (3) Quantificar materiais e processos; (4) Preencher o formulário e (5) Interpretar os resultados.

<p><b>Eco-indicator tool (Eco-it)</b></p>	<p>Trata-se de uma ferramenta para calcular o Eco-Indicator. A estrutura do programa é dividida em quatro páginas: (1) Página do Ciclo de Vida (permite a descrição do ciclo de vida do produto em investigação), (2) Página da Produção (é necessário entrar com a estrutura hierárquica do produto e especificar os materiais e processos produtivos por parte. A base de dados calcula os valores do Eco-Indicator para material, energia e processos de transporte), (3) Página de Uso (entrar com os componentes de energia e transporte - uma característica única é o ciclo de vida adicional que permite a correlação entre um produto pré-definido, como a embalagem, com o seu próprio ciclo de vida, na fase de uso), (4) Página da Disposição (especificar o cenário de resíduos para o produto ou para diferentes partes e materiais). Assim que os dados do produto são informados, o usuário recebe imediatamente o resultado do seu impacto ambiental.</p>
<p><b>Eco-innovative Product Design Method</b></p>	<p>Esse método integra o conceito do green design ao design-around. Design around baseia-se em julgar a perspectiva de infringir uma patente, através de uma equipa de patentes, advogados e engenheiros; o objetivo é desenvolver as técnicas que têm exigido substanciais diferenças no âmbito das alegações. As duas vertentes principais do design do produto são a estratégia da empresa e a análise de mercado. Depois da análise de mercado, o QFD faz a empresa entender em que o produto precisa ser melhorado.</p>
<p><b>Eco-Innovative Tool</b></p>	<p>Combina os conceitos do design verde com a análise do tipo e efeito de falha (FMEA). Um checklist de eco-failure para cada fase do ciclo de vida do produto guia os designers a achar os impactos mais sérios e as recomendações de ação a partir da matriz de contradição TRIZ (composta por 39 métricas de engenharia e 40 princípios inventivos), que ajuda na procura por soluções viáveis. O coeficiente de prioridade de risco ambiental é calculado pelo produto dos índices de impacto ambiental, perspectiva do cliente e conformidade legal, ranqueados de 1 a 5. A ferramenta é composta pelos seguintes passos: 1) identificação do modo de falha eco: consulta do checklist para determinação no modo, efeito e causa de falha. 2) Cálculo do coeficiente de prioridade de risco ambiental. 3) Achar as métricas de engenharia do TRIZ. 4) Se existir contradição entre essas métricas, utilizar a matriz de contradição TRIZ para obter os princípios inventivos, e, se não houver informação contraditória, use somente a métrica de engenharia e o princípio inventivo. 5) Gerar novo conceito de design e verificar.</p>
<p><b>Eco-Kit</b></p>	<p>A ferramenta é de uso simples e requer o mínimo de recursos.</p>

<p><b>Eco-material evaluation diagram</b></p>	<p>Desenvolvida para a avaliação qualitativa de eco-materiais. Esse diagrama pode ser utilizado para analisar e avaliar um material sob a perspectiva do seu design e do meio ambiente. Os requerimentos fundamentais para eco-materiais são segurança, reciclabilidade e "apelo" ambiental, assim como "dureza", durabilidade e capacidade de ser processado. Se por um lado as características físicas como durabilidade podem ser quantitativamente mensuráveis, por outro, existem características que só podem ser avaliadas de modo qualitativo, como o seu design. Para a avaliação qualitativa e objetiva de um eco-material, um diagrama com 8 critérios (4 para analisar o matéria sob a perspectiva do seu design e 4 sob a perspectiva ambiental) foi desenvolvido. Um material convencional é utilizado como branco, para comparação, e 2 pontos são atribuídos a cada critério. Se a característica do eco-material é equivalente ao do tradicional, são atribuídos 2 pontos, se é pior, 1 ponto, e se é melhor 3 pontos.</p>
<p><b>Econcept Spiderweb</b></p>	<p>Econcept Spiderweb pode ser utilizada para uma estimativa para decidir entre alternativas de design. O usuário define um conjunto apropriado de critérios a ser utilizado na estimativa. Para cada solução, uma avaliação qualitativa do critério é realizada e um perfil ambiental da solução é gerado. Como é utilizada para a comparação de diferentes alternativas, é utilizada mais tarde no processo de desenvolvimento de produtos, onde existem diferentes conceitos de produtos a serem comparados. É baseado no julgamento, conhecimento, responsabilidade, grau de liberdade e consideração do usuário. Apresenta uma prescrição geral dos aspectos ambientais.</p>
<p><b>Eco-Products and Environmental Efficiency</b></p>	<p>Os produtos são avaliados de acordo com oito critérios: redução do consumo de recursos, longevidade do produto, reciclagem, facilidade de desmontagem, conservação de energia e fornecimento de informações. Os Eco-Produtos são aqueles que alcançam pelo menos 2 pontos numa escala de 0 a 5 em cada um dos oito critérios, assim como uma média maior ou igual a 3. O índice de eficiência ambiental indica o valor criado considerando-se o controle do impacto ambiental e do consumo de recursos usando-se dois indicadores: razão entre o valor criado e a emissão de gases do efeito estufa lançados ao longo do ciclo de vida do produto e a razão do valor criado e o consumo total de recursos novos utilizados e o total de resíduo disposto ao final do seu ciclo de vida.</p>

<p><b>Eco-QFD (Ecological Quality Function Deployment)</b></p>	<p>Esse método realiza a transferência das necessidades do produto e do mercado para a lista de requisitos. Num primeiro momento, pode parecer sem sentido realizar um Eco-QFD devido à falta de conhecimento dos clientes quanto aos impactos ambientais resultando em uma desinformada voz do consumidor (VOC). Esse argumento é suportado pela tendência do cliente em dar uma resposta politicamente correta relacionada às questões ambiental em detrimento à sua opinião. A única forma de lidar com este dilema é adquirir as demandas ambientais através de um especialista ao invés de perguntar diretamente ao cliente. Apesar disso, é importante revelar a contradição entre os necessidades dos clientes e as demandas ambientais, para considerá-las durante os próximos passos. O Eco-QFD é também importante porque permite o desenvolvedor do produto a focar somente nos parâmetros ambientais internos (propriedades dos produtos) e não externos (por exemplo, geração de energia, tratamento dos resíduos)</p>
<p><b>Ecoquest</b></p>	<p>Trata-se de uma ferramenta de auto-auditoria para fornecedores disponível na internet e em um software. O site dá um introdução do Ecodesign e das estratégias ambientais e industriais de indústrias eletroeletrônicas. O software requer que os usuários façam uma planilha de dados sobre os seus produtos e/ou serviços. Todas as questões subseqüentes no Relatório do Produto e no Relatório de Gerenciamento devem ser respondidas. Com a ajuda da pontuação obtida, um primeiro roadmap para melhorias ambientais pode ser gerado. O usuário obtém um resultado satisfatório em cerca de 30 min.</p>
<p><b>Eco-roadmap</b></p>	<p>Trata-se de uma ferramenta gráfica concisa que captura os motivadores ambiental de curto e longo prazo em um documento. O eco-roadmap contém a legislação atual relevante ao produto e as necessidades do cliente no escopo da concordância do design com a sustentabilidade e com o meio ambiente. A ferramenta ainda enfatiza projetos de lei, necessidades emergentes dos consumidores e desafios da indústria para sustentabilidade e concordância ambiental das características dos produtos.</p>
<p><b>ECO-track</b></p>	<p>ECO-track fornece a mais compreensível gama de dados e conhecimento em substâncias restritas e perigosas do mundo.</p>
<p><b>EEE-PILOT</b></p>	<p>É um software que auxilia o designer a identificar as melhores estratégias de acordo com os requerimentos da WEEE e ROHS. É dividido em 4 áreas: QUEM? (determina quem são os interessados), O Quê? (o conteúdo das diretivas é preparado de modo que seja de fácil interpretação), QUANDO? (os prazos exatos para a implementação são listados) e COMO? (as estratégias e</p>

	medidas para a implementação na prática são mencionadas). Os resultados da aplicação da ferramenta são instruções que podem ser facilmente seguidas.
<b>EIAtrack</b>	EIATrack fornece uma gama abrangente de dados e conhecimentos de conformidade ambiental no mundo, cobrindo mais de 100 jurisdições e 1500 leis. Contém também uma Base de Dados de Substâncias Restritas. Os assuntos abordados incluem: logística reversa e reciclagem, DfE, componentes, embalagem e rótulos ambientais, controle de resíduos e eficiência energética.
<b>EIME software</b>	O software foi desenvolvido para ser uma ferramenta ambiental. O produto é definido ao longo de todo o seu ciclo de vida de acordo com: materiais e aditivos que definem as partes, componentes (que contêm materiais e substâncias), partes e componentes que estão relacionados entre si com elementos de junção específicos e o produto, que é a união das partes dos elementos de junção. A avaliação no EIME é baseada numa abordagem multi-critério do LCA (depleção da matéria prima, depleção de energia, depleção da água, aquecimento global, criação fotoquímica do ozônio, acidificação do ar, toxicidade da água, eutrofização da água, produção de resíduos perigosos). Outros critérios de design são também avaliados, como critérios físicos (peso e volume), critério de uso (consumo de energia e vida útil) e critérios de fim de vida. O foco de melhoria do produto é baseado na iniciativa de melhoria do designer baseado na avaliação dos critérios e mensagens de aviso e de tarefas a serem realizadas quando o designer usa um material/componente/aditivo específico. Uma das maiores vantagens da ferramenta é que ela contém critérios de avaliação e também de melhoria. A estrutura do software é tal que os especialistas da área ambiental que mantêm os bancos de dados podem definir regras simples a serem utilizadas pelos designers.
<b>End-of-Life Design Advisor (ELDA)</b>	ELDA foi desenvolvida para determinar as estratégias de fim de vida do produto durante as fases iniciais do PDP e para fornecer a base técnica para decisões tomadas pelos desenvolvedores de produtos relacionado às tecnologias de tratamento de fim de vida. As estratégias de fim de vida presentes nessa ferramenta estão em total acordo com as melhores práticas adotadas pelas indústrias. Como uma ferramenta de suporte ao design de produtos, ELDA tem um importante papel na classificação de um produto em um estratégia de fim de vida apropriada baseada nas características técnicas do produto. Os objetivos da ELDA são: aumentar a consciência ambiental dos designers, prever estratégias de fim de vida, fornecer assistência nos processos de tomada de decisão. Através da técnica

	<p>CART, as características do produto são mapeadas através de árvores de decisão, que podem ganhar na predição de estratégias de fim de vida e auxiliar na tomada de decisão. ELDA pode ser utilizada com outras ferramentas do design para o ambiente, como guidelines e mapas de reciclabilidade. Foram identificadas as características que influenciam mais ativamente as estratégias do fim de vida: vida "wear-out" (0 a 20 anos), ciclo tecnológico (0 a 10 anos), nível de integração (alto a baixo), ciclo de design (0 a 7 anos), número de partes (0 a 1000), razão para o redesign (original, maior/menor e função/estética).</p>
<p><b>Environmental Design Industrial Template (EDIT)</b></p>	<p>Esse software reconhece que a economia e o design do produto são os fatores determinantes no fim de vida do produto. A idéia geral do EDIT é, através da inserção do design do produto pelo usuário, realizar uma análise dos seus efeitos no fim de vida. O conceito da ferramenta é gerar uma seqüência de desmontagem do produto para otimizar a geração de lucros de forma que os efeitos do seu fim de vida possam ser avaliados. Essa ferramenta permite que o designer defina como o produto é feito e com que materiais, defina partes e processos em termos de algumas informações ambientais e econômicas, acesse e modifique a base de dados das partes disponíveis, e simule os resultados de fim de vida. O usuário precisa fornecer as informações dos materiais (peso, toxicidade, custo de disposição e informações de reciclagem (custo para reciclagem do material e energia utilizada para reciclagem)). Se as partes forem reusáveis ou remanufaturáveis, o usuário precisa informar ainda os custos para tanto e o valores de revenda. Assim, dado o design de um produto, EDIT pode simular a seqüência ótima de desmontagem que apresenta maior valor econômico. Dessa forma, o designer sabe quanto do produto pode ser reusado, remanufaturado, reciclado ou disposto, além do tempo e energia gastos no processo de desmontagem.</p>
<p><b>Environmental Design Strategy Matrix (EDSM)</b></p>	<p>A matriz identifica algumas estratégias de design baseadas nas características dos produtos nas diferentes fases do seu ciclo de vida. O produto é descrito usando os seguintes descriptors de classificação: extensão do ciclo de vida, consumo de energia, consumo de recursos, necessidades de materiais, configuração e rota de disposição.</p>

<p><b>Environmental Design Support Tool (EDST)</b></p>	<p>Avalia o design do produto em termos da sua sustentabilidade ambiental, isto é, seleção de materiais, avaliação da reciclabilidade e análises de desmontagem (modo mais fácil de desmontagem com mínimo custo). Segundo os autores, a análise da desmontagem é o primeiro passo para se avaliar o desempenho ambiental de um produto e contém o tempo de desmontagem do produto, o número de componentes distintos etc., um índice é gerado para avaliar a dificuldade de desmontagem (quanto maior, mais difícil a desmontagem). A avaliação de materiais consiste de um índice do peso total do produto, do total de tipos de materiais diferentes, total de materiais perigosos e materiais recicláveis, é obtido através da aplicação de um questionário que consiste em um guideline a ser seguido . A avaliação da reciclabilidade é focada no gerenciamento dos resíduos sólidos e controle da poluição. Os métodos de fim de vida do material incluem reuso, remanufatura, reciclagem para um material de classe elevada, reciclagem para um material de classe menor, incineração para geração de energia e disposição final.</p>
<p><b>Environmental Effect Analysis (EEA)</b></p>	<p>O princípio básico é listar todas as atividades que podem ter influência ambiental significativa, e para cada atividade realizar um julgamento da quantidade e seriedade de cada aspecto, assim como sugerir maneiras para realizar melhorias que podem reduzir os impactos do produto proposto. A EEA é realizada seguindo-se os seguintes passos: preparação (definição dos objetivos e escopo, definição da equipe que deve ser multidisciplinar e identificação das demandas do produto), inventário (começa a partir do conhecimento dos integrantes da equipe, mas deve ser incrementado), avaliação dos dados do inventário (baseada no julgamento relativo da seriedade e intensidade de cada efeito e no desenvolvimento de propostas para ações e julgamento do esforço necessário para a realização de cada melhoria), avaliação das propostas para ação e se, apropriadas, são implementadas e a última etapa trata-se da avaliação das mudanças implementadas e se elas causam efeitos não esperados nas demais características do produto. Identifica e avalia potenciais impactos ambientais em todas as fases do ciclo de vida de um produto de maneira sistemática. Os principais dados de entrada necessários são LCA anteriores, requisitos de função ambiental, requisitos legais e externos, QFD para demanda dos clientes, objetivos e metas internos. Os dados de saída são guias para a realização de LCA em áreas específicas, requisitos de design, testes verificando a conformidade legal, E-FMEA no design detalhado. O primeiro passo é a identificação das fases do ciclo de vida do</p>

	<p>produto/processo, identificando todas as atividades relacionadas a cada fase. O próximo passo é a identificação dos aspectos ambientais e os impactos ambientais relacionados a cada aspecto. Deve-se, então, avaliar quais impactos e aspectos ambientais devem ser considerados como significantes. São avaliados três critérios de 1 a 3 dependendo da sua conformidade de acordo com a perspectiva ambiental: S=controle de documentos, I=imagem pública e A=conseqüências ambientais. A soma dos valores atribuídos a esses três critérios corresponde ao Numero de Prioridade Ambiental (EPN). O critério F=possibilidade de melhoria, que foca no esforço em tempo, custos e possibilidades técnicas necessários para melhorar ambientalmente uma parte ou um produto. A possibilidade de melhoria é avaliada de 1 a 9, onde 1=nenhuma possibilidade de melhoria e 9=grande possibilidade de melhoria. O próximo passo é a recomendação de ações.</p>
<p><b>Environmental Efficiency Potential Assessment method (E2-PA)</b></p>	<p>Ferramenta para avaliação do desempenho ambiental de um produto de acordo com os seus impactos ambientais potenciais. A base conceitual da ferramenta vem da Eco eficiência (razão entre a utilidade de um produto e as entradas para produzi-lo). Esse conceito suporta a entrega de produtos e serviços que satisfaçam as necessidades enquanto reduzem os seus impactos ambientais e a intensidade de materiais utilizados. Considera oito fatores: intensidade de materiais (quantidade de materiais utilizados para produzir o produto), intensidade de energia (energia consumida para produção), intensidade de materiais perigosos (avalia o consumo de recursos requeridos para a remoção da poluição causada pelo uso de materiais perigosos no produto), intensidade de recuperação (economia de recursos por recuperação de materiais), intensidade de duração (avalia as economias de recursos para a produção e manutenção de um produto que tem uma vida útil maior) e intensidade de utilidade (avalia a eficiência durante o uso do produto), além de intensidade de resíduos e intensidade de poluição. A intensidade total corresponde ao desempenho ambiental total do produto como a razão entre a sua utilidade e o balanço total dos recursos envolvidos ao produto por todo o seu ciclo de vida.</p>
<p><b>Environmental Information and Management Explorer (EIME)</b></p>	<p>Os dados do inventário do ciclo de vida no EIME são reforçados por dados relativos à montagem mecânica e por informações acerca da conformidade com padrões internos e externos; o fim de vida é através de indicadores relacionados ao design, os resultados da avaliação de impactos são condensados em uma série de 11 indicadores que são de fácil interpretação e possibilita a identificação de potenciais de melhorias ambientais. Além</p>

	<p>disso, os designers podem adquirir conhecimentos através do feedback das potenciais implicações das suas escolhas. A construção da process tree é automatizada e consiste dos seguintes passos: design e manufatura do produto, distribuição do produto, uso do produto e fim de vida do produto. No EIME, os produtos são separados em três tipos de itens: partes (feitas através do processamento de matérias primas, o designer precisa informar a função da parte, se elas são rotuladas, etc.), sub-montagens (montagem de partes e processamento do conjunto), ligações (descrito por propriedade qualitativas (por ex.: habilidade de separar ligações, etc.). Uma característica adicional é o uso de checklists conceituais, através dos quais os designers consideram novas questões importantes durante o desenvolvimento do produto (como requerimentos de legislação, normas internas da organização e necessidades dos clientes). O EIME apresenta ainda indicadores adicionais, como o número de partes, número de materiais, número de ligações que não podem ser desfeitas, etc.).</p>
<p><b>Environmental quality function deployment (EQFD)</b></p>	<p>Trata-se de uma modificação do QFD pela limitação das necessidades dos clientes apenas acerca dos aspectos ambientais. Nas fases 1 e 2, os componentes ambientalmente significantes dos produtos são identificados. O efeito das alternativas de design são obtidos nas fases 3 e 4. A fase 1 consiste de 4 elementos. No primeiro deles, a tarefa é definir as necessidades dos stakeholders no formato da voz do consumidor convencional e VOC ambiental. Para isso, foram definidos 11 VOC ambientais baseado nas regulações direcionadas aos produtos. No segundo elemento, a significância relativa do VOC ambiental é atribuída. No terceiro elemento, as métricas ambientais ou parâmetros ambientais são definidos. Finalmente, a relação entre VOC ambiental e as métricas ambientais é determinada através da atribuição relativa de figuras.</p>
<p><b>Environmental Value Chain Analysis (EVCA)</b></p>	<p>Esta ferramenta é derivada da Customer Value Chain Analysis (CVCA). O método busca identificar interesses pertinentes de clientes e stakeholders, as suas percepções de valor e a relação entre essas partes em produtos verdes ou projetos de desenvolvimento de produtos. A interação entre stakeholders internos, que se comunicam com diferentes stakeholders externos, é focada principalmente em fluxos de informação. Para conseguir integração entre todos esses stakeholders, foi criada uma matriz de correlação (ICM), cujas linhas representam as questões ambientais e de negócio, e as colunas os vários departamentos envolvidos. Para cada departamento, xizes indicam quais questões ambientais e de negócio relacionadas são mais importantes a partir da sua</p>

	perspectiva.
<b>ENVRIZ</b>	ENVRIZ é uma metodologia para o design para o ambiente que fornece aos designers um procedimento para criar produtos ambientalmente mais benéficos e resolver contradições entre o desempenho ambiental e o aumento da utilidade do produto. O framework do ENVRIZ está na Teoria Inventiva para Solução de Problemas (TRIZ). A extração de princípios do TRIZ de exemplos de produtos ambientalmente mais corretos será benéfico para a criação da tabela de contradição para o ENVRIZ.
<b>EPP (Environmentally Preferred Product) Design tool</b>	Essa ferramenta enfatiza a redução de materiais perigosos, o aumento da reciclabilidade, o uso de conteúdo reciclados de carcaças de plástico e a redução no consumo de energia.
<b>euroMat</b>	euroMat é um método e protótipo de software (incluindo um banco de dados) que suporta na seleção dos materiais durante o processo de desenvolvimento de produtos. O objetivo é encontrar materiais inovativos para um determinado produto, aumentando a competitividade da empresa. Além dos requerimentos convencionais (custo, especificações técnicas, etc.), o critério do paradigma da sustentabilidade é integrado. Consiste dos seguintes passos: (1) perfil dos requerimentos tecnológicos (especificação dos produtos e seus componentes), (2) Seleção de materiais tecnicamente viáveis (baseado na funcionalidade do produto e na identificação de processos de manufatura e reciclagem adequados), (3) LCA e LCC (os materiais previamente selecionados são avaliados de acordo com o impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida usando um LCA simplificado, LCC e avaliação dos riscos e do ambiente de trabalho).
<b>Factor X Tool 2001</b>	Essa ferramenta apresenta três conceitos principais: prevenção do aquecimento global, utilização eficaz dos recursos naturais e o uso de materiais não tóxicos. Adota a idéia de que um produto pode apresentar melhor desempenho ambiental ao mesmo tempo em que aumenta a sua utilidade, diminui os seus efeitos potencialmente perigosos, ou ambos. A apresentação da relação entre "Função do Produto" e "Impacto Ambiental" quantitativamente facilita o estabelecimento e controle de metas, que levarão ao desenvolvimento de uma inovação tecnológica maior e ao aumento da competitividade do produto. As expressões quantitativas apresentada no Fator X são simples e fáceis de entender, fazendo com que a informação possa ser usada como meio de comunicação do desempenho ambiental do produto para a sociedade. Fator GHG = (eficiência de GHG do produto-serviço avaliado)/(eficiência de GHG do produto-serviço base).

	<p>Fator de recursos = (eficiência de recursos do produto-serviço avaliado)/(eficiência de recursos do produto-serviço base). Fator de substâncias químicas: banir o uso de ligas, cádmio, mercúrio, cromo hexavalente, retardadores de flama baseados em bromina e PVC.</p>
<p><b>Generic Environmental Benchmark Method</b></p>	<p>Consiste da aplicação dos seguintes passos: 1) Definição do ponto de partida e objetivos, 2) Definição dos limites do sistema, descrição e análise da funcionalidade do produto, diagrama de entradas e saídas; 3) Análise/medição da energia (fontes de energia, eficiência); 4) Definição e análise/medição do produto físico (incluindo embalagem), durabilidade; 5) Montagem/desmontagem, cenários de fim-de-vida; 6) Realização de uma avaliação baseada na planilha criada nos passos 2 a 5 e análise de por que os fatos são como são e qual é a origem das diferenças; 7) Geração de opções "verdes". Um elemento crucial é que a comparação deve ser realizada entre o produto da empresa e o da concorrência (devem ser comparados produtos com aproximadamente a mesma função).</p>
<p><b>grEEEn Method</b></p>	<p>O método de avaliação possibilita a análise combinada dos perfis ambiental, econômico e de conformidade legal através do fornecimento de informações sobre os impactos ambientais e econômicos durante o ciclo de vida do produto, assim como a legislação específica ao setor. Os cálculos são baseados nos modelos do produto e do processo. O modelo do produto descreve a estrutura, componentes, conexões e materiais de um produto. O modelo do processo descreve o ciclo de vida e os seus fluxos de processo, podendo o designer escolher por um fase do ciclo de vida ou por todo o ciclo de vida. Além disso, a elaboração de cenários são parte do método grEEEn para fornecer resultados de avaliações do custo e do impacto ambiental e conformidade legal para alternativas do projeto em vários produtos eletrônicos. O custo do ciclo de vida, a agregação de todos os custos (custo de material, custo de energia, custo de pessoal, custo de maquinário, custos de transporte, custo de disposição, rendimentos, e valor do fim de vida), é o resultado principal do perfil econômico. Os indicadores utilizados para a elaboração do desempenho ambiental podem ser simples (massa, índice de toxicidade), indicadores de inventário (consumo de energia, geração total de resíduos), design para reciclagem (taxa de material recuperado, taxa de eficiência de reciclagem), indicadores de avaliação de impacto (índice de gases de efeito estufa, índice de depleção da camada de ozônio) e</p>

	pontuações simples (Eco-Indicator 95 ou 99). A conformidade legal usa as legislações europeias WEEE, RoHS e EoLV.
<b>Green Design Advisor (GDA)</b>	O software é usado principalmente para a análise e avaliação do produto, além de ser um ferramenta para divulgação de resultados. A análise significa, por exemplo, informações sobre o balanço de materiais, estrutura do produto (componentes, materiais, peso, número, tipo e arranjo de conexões). A avaliação das opções de design é baseada em oito critérios: número de materiais, massa, conteúdo de material reciclado, reciclabilidade, toxicidade, consumo de energia, tempo para desmontagem e custo de disposição. Os relatórios incluem a análise e avaliação dos resultados. A ferramenta é integrada em cada fase do PDP: projeto informacional (os requerimentos ambientais e as restrições de materiais são consideradas ou checadas com a metodologia da ferramenta), projeto conceitual (uma primeira avaliação é feita usando a composição material média do produto, nas fases subseqüentes os melhores conceitos podem ser escolhidos), projeto detalhado (os modelos escolhidos podem ser detalhados), preparação da produção (a avaliação final é realizada e é possível realizar as últimas mudanças no produto). Todos os relatórios são gerados antes do começo da produção em massa. A ferramenta GDA oferece direções para melhorias, assim como características de design com o maior potencial de melhoria, mostra os pontos fracos e fortes do design. Existem ainda guidelines de design adicionais, entretanto, eles não geram automaticamente alternativas de design. A solução técnica depende da criatividade do design e é específica a um produto.
<b>Hierarchy of Focusing</b>	Trata-se de uma abordagem sistemática de análise em que três passos devem ser realizados. Passo 1: a análise começa no nível estratégico com a identificação das funções exercidas por um produto e a análise de qual deve ser a forma ótima de prove essa função. Passo 2: Deve ser aplicada uma perspectiva de ciclo de vida para identificação dos impactos ambientais mais importantes do produto ao longo do seu ciclo de vida (pode ser feito através de um LCA). O potencial de melhoria do produto de acordo com os impactos ambientais mais significantes

	<p>deve ser analisado antes que as metas de melhoria sejam definidas na especificação do processo de desenvolvimento. Passo 3: A partir de então, as melhores ferramentas do ecodesign devem ser selecionadas, de forma a melhorar o desempenho ambiental do produto.</p>
<p><b>Information/Inspiration web-based tool</b></p>	<p>O web site "Information/Inspiration" consiste de duas partes, uma fornecendo informação e outra inspiração, ambas conectadas por uma página inicial. A partir da página inicial, o usuário pode selecionar Informação para informações específicas detalhadas (apresentadas em seis categorias: estratégias, legislação, reciclagem, uso, materiais, embalagem, fim de vida e energia - a primeira página de cada categoria contém uma lista dos pontos básicos que devem ser considerados pelo designer) ou Inspiração, para obter idéias no ecodesign (os casos de estudo são agrupados de acordo com o tipo de produto, como produtos elétricos, linha branca, embalagem, têxtil, fontes alternativas de energia e móveis, com seções adicionais contendo conceitos e exemplo de ecodesign). O objetivo da inspiração é encorajar, inspirar e educar os designers fornecendo-lhes exemplos de ecodesign aplicados. <a href="http://www.informationinspiration.org.uk/">http://www.informationinspiration.org.uk/</a></p>
<p><b>Instep-DfE</b></p>	<p>O software de ecodesign Instep-DfE é uma ferramenta de gerenciamento para estabelecer as estratégias ambientais que devem ser aplicadas a um produto. É universalmente adequado para qualquer tipo de produto, dependendo da qualidade e do tamanho da base de dados. O Instep-DfE suporta o processo conceitual do ecodesign desde o diagnóstico do produto até a seleção da melhor alternativa de design de acordo com os seus aspectos ambientais. Ele contém ferramentas específicas: EcoTracer, LCAs simplificados, LCC simplificados e Seleção de Materiais. Essas ferramentas são baseadas em aproximadamente 400 materiais e uma base de dados de 50 processos. O EcoTracer identifica os principais aspectos ambientais de acordo com substâncias perigosas, reciclabilidade, desmontagem, uso de material e eficiência energética. Os dados de saída do EcoTracer são os resultados do diagnóstico do produto e um Eco-Score, que indica o nível de desempenho ambiental que varia de 0 a 100 para cada aspecto ambiental. O LCA simplificado é uma ferramenta para uma fácil avaliação dos impactos ambientais potenciais do produto, utilizando-se três indicadores: Ponto Ambiental (EP), Potencial de Depleção de Recursos (RDP) e valor do ciclo de vida do CO<sub>2</sub>. O LCC simplificado é uma ferramenta para avaliar os aspectos econômicos do produto, focando no preço de compra dos produtos e na análise de custo-benefício na fase de disposição do</p>

	<p>produto. A Seleção de Materiais é usada para procurar o material mais ambientalmente correto num mesmo grupo de material, contendo uma base de dados com 400 materiais e suas propriedades técnicas, dados ambientais e econômicos e informações regulatórias.</p>
<p><b>IZM-EE ToolBox</b></p>	<p>Um recurso chave do IZM-EE ToolBox é o método Indicador de Potencial Toxicidade (TPI) para quantificar e comparar riscos ambientais de substâncias. Outros indicadores são: energia utilizada para extração da matéria-prima, consumo de energia durante a manufatura, Process Toxicity Screening (ProTox) - um balanço dos materiais tóxicos utilizados no processos e seis impactos ambientais potenciais, Emissões Tóxicas Potenciais, Consumo de Energia durante o uso, Simple Emission Screening (quantificação das emissões causadas por um material durante a incineração dos resíduos, Indicador do Potencial de Reciclagem (quantifica a aplicabilidade de um produto (material) para diferentes rotas de reciclagem. Energia Utilizada ou Recuperada durante a reciclagem.</p>
<p><b>LiDs Wheel</b></p>	<p>A LiDS é um método utilizado para estruturar, visualizar, comunicar, avaliar e documentar as estratégias de projeto para o ciclo de vida de produtos. Consiste de um gráfico radar com oito eixos, que representam estratégias de projeto para o ciclo de vida do produto. Cada estratégia agrupa em si um conjunto de diretrizes de projeto que possibilitam a redução do impacto ambiental do produto. Percorrendo os eixos do LiDS no sentido horário, as estratégias se relacionam com os níveis de componentes, de estrutura e das fases do ciclo de vida do produto. Os eixos possuem uma escala de valores como de 0 (a estratégia não tem importância nenhuma) a 5 (tem importância máxima). O LiDS da empresa é preenchido com o objetivo de traduzir para o desenvolvimento de produtos a posição estratégica da empresa frente a demanda ambiental (pode ser feito pela gerência). é muito importante que a gerência procure expressar a estratégia ambiental da empresa em termos de estratégias de projeto para o ciclo de vida e que seu preenchimento baseie-se na missão da empresa, nas estratégias ambientais desta e na regulamentação ambiental. As estratégias ambientais presentes no LiDs são: desenvolvimento de novos conceitos (mudanças em termos da estrutura funcional e/ou dos princípios de solução), seleção de material de baixo impacto, redução de material, otimização das técnicas de produção (escolha de processos de fabricação com menor impacto ambiental: energeticamente mais eficiente; que produza menor quantidade de resíduos sólidos e efluentes e menor consumo de recursos tóxicos), otimização do sistema de distribuição, redução do impacto do uso, otimização do tempo de vida e otimização do fim</p>

	de vida.
<b>Life Cycle Check (LCC)</b>	Trata-se de um estudo de LCA simplificado, que rapidamente oferece uma visão geral dos potenciais efeitos ambientais dos produtos, baseado nas propriedades do produto e uma breve análise do sistema em que ele está inserido.
<b>Life Cycle COSTing Tool (LICCOS)</b>	LiCCOS é uma metodologia de processo orientada ao custo de ciclo de vida considerando-se metas de custos. Neste conceito, é necessário considerar fatores como facilidades, materiais e recursos humanos para a produção, uso e reciclagem. Para aumentar a transparência da composição entre custos diretos e indiretos associados ao produto, uma divisão dos custos é fixada em custos variáveis e fixos em combinação com uma investigação dos processos diretos e indiretos necessários para o produto. Um processo é definido por recursos e consumo de recursos, sendo que recursos são facilidades, materiais e recursos humanos usados em um processo. A quantidade de recursos depende do design no produto e é determinado matematicamente em função do consumo de recursos. O programa LICCOS identifica os direcionadores de custo conectados com os processos e o designer insere os dados quantitativos.
<b>Life Cycle Design Structure Matrix (LC-DSM)</b>	Life Cycle Design Structure Matrix (LC-DSM) identifica os pontos ambientais críticos, que podem ser posteriormente utilizados para desenvolver indicadores ambientais simples. A abordagem é baseada no aprendizado e o desenvolvimento de indicadores é baseado nos resultados do LCA. LC-DSM é utilizado para modelo o uso do fluxo de material, energia e emissões relacionados ao impactos dos produtos.
<b>Life Cycle Scenario Description Support Tool</b>	O processo de tomada de decisão da estratégia do ciclo de vida na ferramenta é composto por 5 passos: (1) Estabelecer os objetivos gerais e ambientais do ciclo de vida alvo através da análise de recursos de produtos similares e seus mercados; (2) Desenhar conceitos (idéias-chave) do cenário do ciclo de vida; (3) Desenhar o cenário do ciclo de vida, selecionando as opções do ciclo de vida utilizando ferramentas para suporte ao planejamento do ciclo de vida e desenhar os fluxos do ciclo de vida e

	<p>situações), (4) Avaliar o cenário utilizando uma simulação do ciclo de vida (como LCA), (5) Modificar e reavaliar o cenário até que o resultado da avaliação satisfaça todos os objetivos.</p>
<b>LIME method</b>	<p>Trata-se de um método monetário que traduz os impactos ambientais do produto em valores monetários. Esse método foi inicialmente desenvolvido para quantificar os impactos ambientais induzidos pela ocorrência de cargas ambientais no Japão, com um alto grau de acurácia e transparência. Através da tradução dos impactos ambientais em valores monetários, os resultados ambientais e econômicos de um produto podem ser somados uns aos outros, já que estão na mesma unidade. Um componente com um grande valor indica alto potencial de reciclagem, enquanto que baixos valores indicam maior prioridade no ecodesign. Leva a melhorias pelo entendimento dos resultados pelos stakeholders através da expressão dos resultados calculados em valores monetários. Os custos ambientais são causados pelas atividades da companhia na situação atual, mas os custos ambientais calculados indicam o dinheiro que deveria ser pago pela sociedade.</p>
<b>MECO Matrix</b>	<p>Uma estimativa do impacto ambiental de cada fase do ciclo de vida (fornecimento de matéria-prima, manufatura, uso, disposição e transporte) é realizada através de estimativas das quantidades de materiais (M), energia (E), químicos (C) e outros materiais (O) utilizados na produção e uso do produto. A categoria "Material" inclui todos os materiais necessários para a produção, uso e manutenção do produto. Da mesma forma, a categoria "Energia" inclui toda a energia utilizada durante o ciclo de vida do produto, incluindo o uso de energia para a extração da matéria-prima e a categoria "Químicos" considera, por sua vez, todos os produtos químicos utilizados durante o ciclo de vida do produto. Os impactos ambientais que não se encaixam em nenhuma das categorias anteriores devem ser incluídos na categoria "Outros". Todos os fluxos de entrada e de saída devem ser considerados para uma categoria em relação a um tempo base de acordo com a unidade funcional do produto e a fase do ciclo de vida escolhida.</p>
<b>MET Matrix</b>	<p>Os maiores problemas ambientais do ciclo de vida de um produto são identificados e utilizados para a elaboração de diferentes estratégias ambientais para melhoria do desempenho ambiental do produto. Os impactos ambientais são classificados nas categorias Ciclo de Materiais (M), Uso de Energia (E) e Emissões Tóxicas (T). O procedimento utilizado segue os seguintes passos: discussão da função do produto, definição da unidade</p>

	<p>funcional e dos limites do sistema, listagem dos materiais, energia e substâncias tóxicas consumidas nas diferentes fases do ciclo de vida, e avaliação. Os resultados e os dados utilizados podem ser tanto qualitativos quanto quantitativos. Esta matriz apresenta uma perspectiva do ciclo de vida e pode ser aplicada como linha guia a ser seguida.</p>
<p><b>MET points method</b></p>	<p>Trata-se de um ACV simplificado. Os impactos ambientais são classificados em três categorias: ciclos de materiais (M) (inclui consumo de recursos), consumo de energia (E) (inclui emissão de gases do efeito estufa ou aquecimento global, acidificação, smog e eutrofização) e emissões tóxicas (T) (inclui a depleção da camada de ozônio, toxicidade humana e ambiental). Em cada categoria, um valor de impacto normalizado ou ponderado para cada categoria de impacto são somados e representam o impacto ambiental global de cada grupo. Os designers podem então identificar as áreas para melhorias do produto focando em um dos três grupos.</p>
<p><b>Method for Sustainable Product Development (MSPD)</b></p>	<p>O objetivo do método é encorajar e auxiliar o desenvolvimento de produtos que suportem a transição para uma sociedade sustentável através da determinação dos principais problemas do produto causados por substâncias e atividades durante o seu ciclo de vida, da identificação de potenciais soluções para os problemas encontrados através da modificação do produto, estimulando o desenvolvimento de novos produtos e negócios baseados nos aspectos da sustentabilidade. Possibilita a determinação dos aspectos mais significativos de antemão, evitando que algumas análises quantitativas detalhadas de pouca relevância para a sustentabilidade do produto sejam realizadas. Os aspectos a serem considerados são enfatizados através de perguntas guiadas aos desenvolvedores de produtos. O MSPD inclui um manual (para informar ao usuário os objetivos e a teoria do MSPD, além de instruções para o uso das ferramentas) e três ferramentas: modelo para o processo de desenvolvimento de produtos (inclui questões específicas para cada fase do PDP), avaliação da sustentabilidade do produto (inclui questões estratégicas para guiar a identificação de potenciais substâncias e atividades durante o ciclo de vida do produto e de soluções para os problemas encontrados), e uma matriz de priorização (inclui questões para facilitar a avaliação e a escolha entre as soluções obtidas. Os aspectos de sustentabilidade são integrados com os aspectos econômicos e técnicos tradicionais para melhorar a aplicabilidade do método pela perspectiva de negócio). Utiliza um framework para o desenvolvimento sustentável estratégico (FSSD), assim como a ABCD-Analysis (A:</p>

	<p>membros do time de projeto estudam as informações e instruções para entender como trabalhar com o MSPD, presentes no manual; B: uma avaliação da situação atual é realizada de acordo com o produto existente, acompanhando os seus fluxos e práticas; C: possíveis soluções para os problemas listados em B são criadas num processo de brainstorming (os passos B e C são representados nos módulos SPA (sustainability product assessment), que contém o inventário, questões sobre impactos e melhorias a partir de uma perspectiva sustentável); D: ações são priorizadas de acordo com a sua relação com os princípios de sustentabilidade, flexibilidade da plataforma para futuros desenvolvimentos de acordo com a sustentabilidade e retorno financeiro (representado pela matriz de priorização)). O SPA é composto pelos módulos: função do produto, design do produto, tipo de material, processos de produção e compras. Em cada um desses módulos, as questões são divididas em questões de inventário e de impacto. A matriz de priorização é utilizada para avaliar as soluções e escolher as mais adequadas (de acordo com a sua viabilidade técnica, tempo demandado para o seu desenvolvimento, retorno do investimento, adaptação ambiental e direcionamento para a sustentabilidade) , é utilizada ao final de cada uma das fases do PDP. Estudos de caso associaram as fases do PDP aos módulos SPA: identificação das necessidades - função do produto, fase do produto principal - design do produto, produto primário - tipo de material, processo de produção - processo de produção e lançamento e uso - compra. Entretanto, a especificação do momento em que os módulos do SPA devem ser usados no PDP não foi recomendada pelos grupos pesquisados devido à diminuição da flexibilidade e usabilidade do método.</p>
<p><b>Method to Assess the Adaptability of Products (MAAP)</b></p>	<p>O objetivo do método é avaliar a conformidade de um produto nos processos de montagem, manutenção, reparo, atualização e remanufatura, além de encontrar áreas com potencial de melhoria no design do produto. A conformidade é representada por uma métrica (adaptação). Quanto mais próximo de 1 for o seu valor, melhor a adaptação do design, e quanto mais próximo de 0, pior o seu design. A transparência do método é garantida pelo uso de sub-métricas (remanufatura, manutenção, reparo e atualização), que determinam conjuntamente a métrica de adaptação, além de partes, conectores e espaço. Estas submétricas estão, por sua vez, subdivididas em sub-critérios: partes (componentes e direção de remoção), conectores (nº de diferentes componentes em um grupo, nº de diferentes componentes, nº de conectores e ferramentas), espacial (visibilidade,</p>

	<p>alcance, identificação e direções para a desmontagem), remanufatura (interface, assegurar qualidade, correção de danos, limpeza), manutenção (manutenção da desmontagem, montagem e estrutura de arquitetura), reparos (reparo de desmontagem, de montagem e de estrutura de arquitetura) e atualização ("decoupling" funcional e de interface). A avaliação é realizada pela razão entre o valor ideal para um parâmetro específico e o valor real desse parâmetro. Baseado nos resultados das métricas, a ferramenta oferece guias para melhorar o produto avaliado em termos da sua adaptação.</p>
<p><b>Method to Grasp the Corporate Profit Contribution Rate of Eco-friendly Products</b></p>	<p>O método consiste de 3 estágios. O primeiro atribui pontos "eco-friendly" a cada produto. O segundo estágio trata-se de compreender o quanto o eco-friendliness é considerado no movimento de compra do "Ricoh users", e calcular as taxas de contribuição de lucro. O terceiro estágio é calcular a contribuição das taxas de lucro por ponto baseado na correlação entre os pontos "eco-friendly" e as taxas de contribuição de lucro, e a clarificar a taxa de contribuição de lucro de cada modelo do produto. O pontos "eco-friendly" dos produtos são atribuídos de acordo com os resultados da avaliação de impacto ambiental, de acordo com 14 itens de eco-friendliness referentes ao desempenho ambiental do produto, como conservação de energia, reciclagem e redução do uso de substâncias perigosas.</p>
<p><b>Method to Support Environmentally Conscious Service Design Using Quality Function Deployment (QFD)</b></p>	<p>Os métodos de avaliação dos serviços são classificados (de acordo com 3 categorias: sujeito, objeto e razão) em 4 tipos diferentes: Análise - realizada pelo receptor pelo serviço que melhor satisfaz as suas necessidades de acordo com seus valores e custos; quantifica as mudanças no parâmetro do estado do consumidor (RSP), que inclui os custos econômicos e inconveniências assim como utilidades desejadas; números semi-quantitativos são utilizados para a quantificação; Síntese I - realizada durante o processo de design pelo desenvolvedor, de modo que o serviço traga o maior valor para todos os seus consumidores. As análises de trade-off são muito importantes nesse método, de forma a satisfazer as necessidades do maior número de consumidores possível; Síntese II - avaliação realizada durante o processo de design de modo que o produto que traga o maior valor para um determinado consumidor é gerado; Síntese III - avaliação feita durante o processo de design de modo que o produto feito traga o maior valor para um agente intermediário específico.</p>

<p><b>Methodology based on MCDM techniques to Identifying the greatest environmental impact value</b></p>	<p>Trata-se de um método para identificação da fase do ciclo de vida que apresenta maior valor de impacto ambiental. Consiste de cinco passos: 1 - Demarcação das fases do ciclo de vida de um produto e identificação das entradas e saídas de cada uma das fases, 2 - Identificação dos maiores impactos ambientais em cada fase (deve ser feita um lista de entradas e saídas que inclua a quantidade, o meio afetado e a existência de legislação relacionada ao seu uso), 3 - Medição da importância dos impactos identificados, baseado na sua magnitude (intensidade de 1 a 3 de acordo com volume, concentração e quantidade) e periculosidade (medido em escala quantitativa de acordo com o seu impacto na saúde humana, impacto no ambiente aquático, terrestre e atmosféricos, e conservação (ou depleção) dos recursos naturais). 4 - Seleção da fase do ciclo de vida com o maior valor de impacto ambiental entre os demais, 5 - Aplicação da estratégia de ecodesign adequada na fase do ciclo de vida previamente selecionada, de acordo com a Ecodesign Strategy Wheel, 6 - Avaliação dos resultados (obtida pela comparação com o estado do produto antes da aplicação da estratégia de ecodesign) .</p>
<p><b>Modular Design Method for Inverse Manufacturing</b></p>	<p>O método auxilia na determinação da estrutura do produto pela agregação de vários parâmetros relacionados a todas as fases do ciclo de vida do produto usando "Self-Organizing Maps". Considerando-se todo o ciclo de vida de um produto, componentes sujeitos a um mesmo ciclo de vida deveriam ser agrupados em um módulo para minimizar o seu impacto ambiental e de custo durante o ciclo de vida de produção. Assim, o método de modularização proposta foca na similaridade entre vários valores de atributos dos componentes através do ponto de vista de cada opção do ciclo de vida (reciclagem, manutenção, reuso, atualização e recolhimento e disposição de materiais perigosos). O atributo ponderador da reciclagem é a constituição material dos componentes, da manutenção é tempo de vida útil, para o reuso é o tempo de vida útil e valor agregado, para a atualização é o valor agregado e para o recolhimento e disposição de materiais perigosos é a constituição material dos componentes. A modularização considera a facilidade de montagem e desmontagem.</p>

<p><b>New DFE Targeting and Tracking System - HP</b></p>	<p>A base de conhecimentos é o coração da ferramenta, e captura os Objetivos de Design Genéricos submetidos pelos Especialistas em Processos de diversas partes de toda a cadeia de valor. Os objetivos de DfE vêm de diversas fontes: Especificação Geral para o Meio Ambiente, Guidelines para o DfE, Guidelines de Especificação de Plásticos, Requerimentos de realização de relatórios para baterias e conteúdo das embalagens, Requerimentos para documentação (como Planilhas Ambientais), Necessidades Esperadas no Futuro (como produtos livres de chumbo), Legislação e Requerimentos do Mercado. Os requerimentos ambientais são ranqueados pela HP de acordo com a sua prioridade, os de maior prioridade são mais específicos, enquanto os demais são mais gerais (como minimizar o consumo de energia). Dado o banco de dados, a usabilidade do sistema depende da interface humana. O sistema incorpora um modelo de forma que a organização trabalhe de modo a permitir uma operação intuitiva e maior aceitação. Na organização, foram identificados três papéis críticos: Especialista em Processo, Proprietário do Objetivo e Centro de Design. A informação na base de dados sobre o objetivo deve correlacionar o seu conteúdo técnico e organizacional ao mesmo tempo. A operação do sistema envolve três processos chave. A manutenção da base de conhecimentos ocorre pelo trabalho do Especialista em Processos. A aplicação a novos produtos envolve o "carregamento" de pessoas e informações do produto no sistema, mirando os objetivos para o produtos através de negociações entre o proprietário do objetivo e o centro de design. A avaliação do produto envolve o desenvolvimento de métricas, identificação e questões e a procura para a resolução dessas questões.</p>
<p><b>Novel Design Methodology for Services to Increase Value Combining Service and Product</b></p>	<p>A execução do método é dividida nas seguintes fases: a) realização de um modelo de fluxo preliminar, que dá uma formulação básica dos agentes envolvidos na disponibilização do serviço; é composto por duas atividades: 1. Colocação dos agentes no modelo de fluxo e 2. identificar os modelos de escopo no modelo de fluxo; b) descrever o receptor alvo do serviço, inclui 3. gerar uma Persona (usuário alvo imaginário identificado por informações demográficas (idade, sexo, ocupação) e psicológicas (personalidade e estilo de vida), de acordo com pesquisas de mercado e análises estatísticas) para o receptor, 4. Descrever parâmetros importantes para o receptor, através de pesquisas de mercado; c) descrição do valor inclui 5. Estabelecimento do objetivo final do cenário, 6. Descrição de uma cadeia de ações do receptor, 7. Identificação dos parâmetros-meta, 8. Extração dos RST (receiver's state parameters). d) geração de uma estrutura</p>

	de realização, e) modificação do modelo de fluxo com 11. posicionar agentes e 12. selecionar o melhor modelo de fluxo.
<p align="center"><b>Packaging Impact Quick Evaluation Tool (PIQET)</b></p>	<p>PIQET tem o objetivo de fornecer rapidamente indicadores de desempenho ambientais com credibilidade para suporte à tomada de decisão na definição do desenvolvimento de embalagens e estratégias de inovação, selecionando materiais para o re-design de embalagens ou inovação em embalagens, e especificando as embalagens dos bens comprados. PIQET será uma ferramenta online que considerará todos os níveis da embalagem com ênfase nos fatores ambientais, assim como incluindo o seu desempenho ambiental antecipado e indicadores sociais como conveniência ao consumidor. Com ligações diretas e atualizadas com práticas e desempenho de indústrias, PIQET irá possibilitar a identificação de oportunidades para melhoria dos impactos ambientais. Será estabelecida uma metodologia para converter avaliações de ciclo de vida complexas, dados ambientais, gerenciamento de resíduos da embalagem e dados de reciclagem em uma ferramenta de negócio. Através do uso da ferramenta, as empresas poderão avaliar a embalagem desde a extração da matéria prima, manufatura da embalagem, empacotamento do produto e distribuição da embalagem através da sua disposição, reuso e recuperação de materiais. A ferramenta fornecerá relatórios a respeito da depleção de recursos não renováveis, geração de gases de efeito estufa, uso de energia, disposição final em aterro, etc.</p>
<p align="center"><b>Philips Fast Five Awareness</b></p>	<p>A ferramenta é utilizada para julgar e comparar diferentes conceitos de produtos de acordo com um produto de referência. Cinco critérios são escolhidos: energia, reciclabilidade, resíduos perigosos, durabilidade/reparabilidade/preciosidade, e maneiras alternativas para fornecer o mesmo serviço. É qualitativa e apresenta uma perspectiva do ciclo de vida. Os critérios são pesados qualitativamente por classificação.</p>
<p align="center"><b>Philips STRETCH (Strategic Environmental Challenge)</b></p>	<p>Método útil para a realização de um brainstorming ambiental. O ponto inicial é a identificação das forças prioritárias do negócio (idêntico ao processo de elaboração da estratégia do negócio). O segundo passo foca na formulação de uma estratégia ambiental. Posteriormente, oportunidades são trazidas à tona. Essas oportunidades são divididas em duas categorias: Categoria 1A (minimização do impacto ambiental ao longo do ciclo de</p>

	<p>vida do produto, minimização do consumo de energia, minimização do uso de materiais, minimização no uso de substâncias perigosas ou tóxicas, minimização do uso de recursos não-renováveis, distribuição e logística eficientes (produzir onde consome, distribuição direta ao consumidor); Categoria 1B (funcionalidade alternativa, aplicar conceitos de serviços físico eco-eficientes), Categoria 2 (aumento da funcionalidade do produto, aumento da intensidade de uso através do aluguel x venda, durabilidade aumentada para uso coletivo, tempo de vida útil maior, revenda e reuso, reparabilidade e recondicionamento, atualização técnica, reciclabilidade, uso de menor variedade de materiais diferentes, design para a desmontagem). Os fatores para auxiliar as melhorias ambientais na categoria 1A são fornecidos pelo informação dos fornecedores e benchmarks. Nas categorias 1B e 2 a própria estrutura do negócio deve ser analisada. As opções verdes geradas a partir das considerações das categorias 1B e 2 geralmente tem pontuações maiores em uma escala ambiental do que a categoria 1A. Na maioria das vezes, isso também se aplica à empresa, clientes e benefícios sociais. Entretanto, a maioria delas é mais difícil de ser realizada em termos de viabilidade.</p>
<p><b>PILOT method</b></p>	<p>Os principais indicadores do método estão relacionadas a: assegurar uma alta qualidade funcional do produto e minimizar a influência de possíveis distúrbios; harmonizar a vida útil de cada componente com a vida útil do produto, desenvolver o produto para fácil manuseio, desenvolver um design de produto robusto, minimizar o tempo requerido para produção e acompanhamento do produto, fechar o ciclo de materiais no processo produtivo, desenvolver o produto para ajustes e adaptações durante a fase de uso, desenvolver o produto para ter um longo tempo de vida útil, diminuir o consumo de energia durante a fase de uso através do aumento da eficiência do produto.</p>
<p><b>Product Improvement Matrix</b></p>	<p>Auxilia na avaliação do impacto ambiental ao longo de cinco fases do ciclo de vida de um produto (extração da matéria prima, manufatura, embalagem e distribuição, uso e fim de vida) de acordo com cinco critérios (escolha dos materiais, consumo de energia, resíduos sólidos, líquidos e gasosos).</p>

<p><b>Product Life Cycle Planning (LCP)</b></p>	<p>No planejamento do ciclo de vida do produto (LCP), requisitos ambientais detalhados são considerados pela perspectiva do ciclo de vida, e o aspecto ambiental é integrado aos aspectos de qualidade e custo nas fases iniciais do design. O estudo foca nas seguintes opções de ciclo de vida: "upgrade de produtos", "manutenção de produtos", "extensão da vida útil", "reuso de componente ou do produto" e "reciclagem do material". No primeiro estágio, um plano para produção a médio ou longo prazo e um plano para produtos são esclarecidos nos requisitos do negócio e tempo de vida do produto. Na próxima fase, as especificações do produto (definidas usando o QFD-I) e o seu ciclo de vida são estabelecidos. A reconciliação entre as diferenças entre os requisitos dos clientes e os ambientais (de acordo com a estratégia da empresa) levam a um ajustamento dos valores metas para a qualidade e características ambientais. Os conceitos nos níveis de produto e componentes são gerados e são então avaliados sob os aspectos ambientais, de qualidade e de custos. Para suportar o LCP, uma ferramenta de software chamada LCPlanner baseada em uma macro do Excel foi desenvolvida. O LCPlanner faz automaticamente várias matrizes e gráficos de análise usando os dados de entrada fornecidos pelo designer e os dados importados do LCA e QFD.</p>
<p><b>Quality Function Deployment for Environment (QFDE)</b></p>	<p>O QFDE consiste de 4 fases. Nas fases 1 e 2 são identificadas as partes e/ou componentes mais importantes para a melhoria do desempenho ambiental do produto (considerando-se também os aspectos tradicionais de qualidade) e nas fases 3 e 4, é desenvolvida uma metodologia para avaliar os efeitos das melhorias ambientais. Na fase 1, a voz do consumidor para um produto é decomposta em métricas de engenharia mais detalhadas para clarificar as suas posições. Na fase 2, a relação entre as métricas de engenharia e os componentes do produto é clarificada. Durante essas fases, o designer identifica quais são as funções e os componentes que devem ser focados para satisfazer as necessidades do consumidor (inclui usuários, recicladores, governo e o meio ambiente). A voz do consumidor é expressa por: Diminuição do uso de materiais, Facilidade de transporte e retenção, Facilidade de produção e montagem, Diminuição do consumo de energia, Alta durabilidade, Facilidade para reuso, Facilidade de desmontagem, Facilidade de limpeza, Facilidade de compactação no fim de vida, Facilidade de separação, Facilidade de incineração, Segurança em aterros sanitários, Não perigoso para o meio biológico, Emissão de substâncias não perigosas, Possibilidade de disposição sem maiores problemas. As métricas de engenharia são</p>

	<p>expressas por: Peso, Volume, Número de partes, Número de tipos de materiais, Facilidade de ficar sujo, Dureza, Tempo de vida físico, Consumo de energia, Porcentagem de material reciclado, Barulho, vibração e ondas eletromagnéticas, Massa de poluidores do ar, Massa poluidores da água, Massa de poluidores do solo, Biodegradabilidade e Toxicidade dos materiais. Na fase 3, o efeito de um conjunto de mudanças de design nas métricas de engenharia são estimados. Finalmente, a fase 4 é responsável por traduzir os feitos das mudanças de design nas métricas de engenharia em requerimentos de qualidade ambiental.</p>
<p><b>Quotes for environmentally Weighted Recyclability and Eco-Efficiency approach (QWERTY-EE)</b></p>	<p>A principal idéia do QWERTY é substituir as considerações de peso (físicas) do fim de vida por um "peso ambiental" dos materiais em termos de reciclabilidade. Esse "valor ambiental" é composto por dois componentes: um positivo (o valor ambiental de materiais que são substituídos por materiais reciclados na sua segunda vida) e um negativo (todos os impactos ambientais decorrentes do transporte, tratamento (consumo de energia) e upgrade dos materiais, incluindo as perdas de todos esses processos). De fato, QWERTY considera todos os efeitos ambientais ao longo da cadeia de reciclagem. Se todos os custos envolvidos forem conhecidos, pode ser calculado quanto ganho ambiental pode ser obtido a um determinado custo através do componente de Eco-Eficiência. Essa abordagem pode ser usada para comparar tecnologias diferentes ou múltiplos recicladores.</p>
<p><b>Recovery Systems modeling and Indicator Calculation Leading to End-of-life-conscious Design (ReSICLED)</b></p>	<p>O método ReSICLED inclui as seguintes características: habilidade de um design de produto para ser recuperado no final do seu ciclo de vida ser avaliado pelo time de desenvolvimento numa base quantitativa de acordo com os diversos cenários e critérios de recuperação; a análise da avaliação de recuperação auxilia na identificação de oportunidades de melhoria no design; as melhorias de design podem ser implementadas e o design do produto modificado. Atributos do material, das ligações entre as partes e da arquitetura das partes dos produtos devem ser definidas para que o produto possa ser avaliado pelo método ReSICLED. O cenário de recuperação é modelado como uma consistente combinação de processos de recuperação, e converte o fim de vida do produto em material reciclado, energia recuperada e resíduos. A capacidade de recuperação de um produto é quantitativamente avaliada de acordo com três critérios: Indicador de Recuperação em Peso, Indicador de Recuperação Econômica e Indicador de Recuperação de</p>

	Impacto Ambiental. São considerados também, na elaboração de cenários, as incertezas temporais e geográficas.
<b>Recyclability evaluation method</b>	Considera o grau de unificação dos diferentes tipos de materiais presentes no produto, o grau de distribuição do material, a modularização do produto para a reciclagem, a proporção de material reciclável, a separabilidade dos diferentes materiais, a desmontagem dos materiais e a toxicidade dos materiais utilizados. Pode importar dados diretamente do CAD.
<b>Remanufacturing Guideline</b>	Fornece linhas guias que devem ser consideradas para o desenvolvimento de um produto cujo fim de vida vise a remanufatura. Fornece características dos produtos que afetam a remanufatura, características do produto que auxiliam e impedem a remanufatura e os impactos das características dos produtos na remanufatura.
<b>Reprojeto de Produto para o Meio Ambiente – RePMA</b>	O principal objetivo da RePMA é suportar o processo de reprojeto através de fluxogramas, nos quais o processo de reprojeto é desdobrado em fases, etapas e procura-se orientar as modificações na concepção do produto, que poderão ocorrer na estrutura funcional e/ou nos princípios de solução. Trata-se de uma espécie de modelo de referência para o desenvolvimento de produtos considerando-se as questões ambientais e utilizando-se algumas ferramentas do ecodesign, como o LiDs Wheel e ACV simplificado.tarefas. A atividade inicial prevista na RePMA é a determinação da realização do reprojeto. Nesta atividade confrontam-se as estratégias ambientais da empresa com informações prévias do produto. Nos casos em que se decida pela realização do reprojeto do produto para o meio ambiente, segue-se para a primeira fase, que é o reprojeto informacional. No reprojeto informacional realiza-se a aquisição e organização de informações sobre produto. A aquisição das informações relacionadas ao impacto ambiental é suportada por uma abordagem simplificada da análise do ciclo de vida. As saídas desta fase são a determinação do nível de reprojeto mais adequado (original (alterações em termos da estrutura funcional e dos Princípios de Solução (PSs) do produto), adaptativo (mudanças referentes à configuração do produto) ou paramétrico (mudanças em termos dos parâmetros de engenharia)) e as especificações de reprojeto. O reprojeto conceitual corresponde a primeira

	<p>fase de um reprojeto original. Uma vez optado pela realização do reprojeto original e de posse das especificações para o reprojeto</p>
<p><b>Simple Additive Weighting (SAW) Method Multi-Attribute Decision-Making (MADM)</b></p>	<p>Métodos de como o SAW tem sido muito utilizados na pontuação ou seleção de uma ou mais alternativas de um número finito de alternativas de acordo com múltiplos, e geralmente conflitantes, critérios ou atributos. A base lógica do método é obter a soma ponderada das pontuações de desempenho de cada alternativa baseada na avaliação de todos os critérios. Assim, é obtido um valor normalizado do componente de acordo com o atributo. Esse processo de normalização transforma todas as pontuação em uma estrutura linear gerenciável, de forma que a ordem de magnitude relativa nas pontuações continue a mesma. Possibilita a consideração da importância relativa entre dois aspectos. A confiabilidade dos resultados pode ser diminuída através do uso de fatores de ponderação subjetivos.</p>
<p><b>Simple Life Cycle Assessment Method for Green Product Conceptual Design</b></p>	<p>Utilizada para o desenvolvimento de novos produtos, mas que sejam similares a produtos já desenvolvidos pela empresa. Os dados de LCA já existentes de produtos similares são utilizados como dados de entrada para o treinamento da rede neural. Após o processo de treinamento, o designer pode prever um resultado aproximado de LCA do novo produto durante o projeto conceitual. Caso não haja produtos semelhantes disponíveis, o designer pode procurar cases parecidos na literatura e utilizar os resultados de LCA obtidos. As informações de entrada na rede são as características do produto como recursos do produto, materiais, peso ou massa, processo de produção e estratégias de fim-de-vida.</p>

<p><b>Strategy List</b></p>	<p>A ferramenta pode ser usada para melhorar o desempenho ambiental do conceito de um produto ou para comparar diferentes alternativas de conceitos de produtos. Consiste de uma lista de sugestões para cada fase do ciclo de vida (manufatura, uso, reciclagem, disposição e distribuição) para melhorar o desempenho ambiental. As sugestões são baseadas nos critérios: otimizar entrada de materiais, otimizar o uso de energia, reduzir a quantidade de uso de terra, aumentar o potencial de serviço, reduzir poluentes, reduzir resíduos, reduzir emissões, reduzir os riscos à saúde e meio ambiente. É qualitativa e é considerada para avaliar o sendo pelo qual são recomendadas diferentes alternativas a outras.</p>
<p><b>STRETCH (Selection of Strategic Environmental Challenges)</b></p>	<p>Método desenvolvido para selecionar as melhorias de eco-eficiência mais promissoras. A abordagem STRETCH foca na avaliação das melhorias em eco-eficiência mais promissoras ao longo de todo o ciclo de vida do produto e considerando as unidades de negócio do produto e as estratégias de mercado, além do potencial de mudanças na pressão ambiental exercida por stakeholders externos. Pode ser aplicada a uma gama diversificada de produtos. Consiste de cinco passos: 1) Identificar as principais forças que influenciam a estratégia de negócio, 2) Desenvolver cenários que a empresa pode adotar baseado nas principais forças e desenvolver uma lista de estratégias de marketing potenciais para o produto. 3) Especificar oportunidades de melhorias ambientais e tratamentos para cada cenário. 4) Selecionar os desafios ambientais que levarão a melhorias substanciais no desempenho ambiental dos produtos. 5) Implementar dos desafios ambientais selecionados. Um ingrediente chave nesse modelo é o desenvolvimento de diferentes cenários que podem levar a estratégias potenciais de produto. O trabalho ambiental é construída em cima desses cenários.</p>
<p><b>Sustainable Product and Service Development (SPSD) method</b></p>	<p>O método fornece um framework para implementar o SPSPD ao longo de todo o ciclo de vida do produto/serviço. Ele pode ser usado para identificar, avaliar e implementar as opções para que o design e o desenvolvimento do produto/serviço seja o mais sustentável possível. SPSPD estende os sistemas de Produção Mais Limpa pela incorporação das questões do Triple Botton Line (não só as ambientais) e a inclusão de todas as fases do ciclo de vida (da concepção do produto ao seu fim de vida) e forma um novo elemento na abordagem de Tecnologia Sustentável. O SPSPD avalia o ciclo de vida da função a ser fornecida e determina a maneira sustentável ótima (ambiental, econômica e social) de ser produzida essa função (através de um produto, serviço ou sistema produto-serviço) em concordância com os critérios tradicionais. A próxima fase trata da identificação das</p>

	<p>fases do ciclo de vida e a cadeia de suprimentos associada a ela, com o objetivo de otimizá-la. O próximo passo é avaliar o meio ambiente e os impactos sociais para cada fase do ciclo de vida do produto/serviço. As oportunidades para a eliminação ou minimização desses é otimizada com os critérios tradicionais do produto e serviço. Para assegurar uma abordagem compreensiva, um checklist dos impactos ambientais e sociais típicos a serem consideradas em cada fase do ciclo de vida é utilizado. Além de o SPSP ser incorporado na estratégia da empresa e integrado com as suas funções de negócio, o SPSP somente será efetivo se for simples, pragmático, flexível e de acordo com as realidades de negócio.</p>
<p><b>Ternary diagrams and energy accounting</b></p>	<p>A avaliação de impacto ambiental baseado na emergia (medida do trabalho realizado pela natureza e pelo ser humano na geração de produtos e serviços) considera a razão de recursos naturais utilizados, a eficiência da sua exploração, a capacidade suporte do meio e a produção de resíduos e poluição. Os índices e razões provenientes das análises emergéticas possibilitam a consideração da contribuição dos aspectos econômicos e ecológicos. Os diagramas ternários são apresentados como ferramentas gráficas para auxiliar a contabilidade ambiental e o processo de tomada de decisão baseado nas análises emergéticas. A visualização dos dados nos diagramas ternários possibilita a comparação entre processos e sistemas com e sem os serviços prestados pelo ecossistema, a avaliação de melhorias e o acompanhamento do sistema ao longo do tempo. Interações entre sistemas e entre um sistema e o meio ambiente podem ser prontamente reconhecidas e analisadas. OS fluxos de emergia representam três categorias de recursos: renováveis (R), não renováveis (N) e entradas da economia (F). O cálculo dos índices de sustentabilidade permitem determinar o grau de sustentabilidade em longo prazo do produto ou serviço que está sendo avaliado.</p>
<p><b>The Eco-Function Matrix</b></p>	<p>É uma maneira sistemática de incorporar adequadamente as propriedades funcionais necessárias e importantes para um produto ao menor preço ambiental possível. Uma plataforma de comunicação para prioridades funcionais e impactos ambientais é estabelecida através da combinação do Perfil Ambiental e do Perfil Funcional do produto. O Perfil Funcional descreve e avalia propriedades, áreas e atividades que estão associadas com a funcionalidade do produto e a sua viabilidade comercial. Este perfil deve ser criado independentemente do Perfil Ambiental e inclui as seguintes categorias: tempo de vida útil, tempo de uso, segurança, interação homem/máquina, economia, flexibilidade técnica, demanda</p>

	<p>ambiental e confiabilidade. O elemento chave do Perfil Ambiental é a identificação das propriedades dos produtos que estão correlacionadas com a geração de impactos ambientais, sem, no entanto, requerer profundo conhecimento das questões ambientais detalhadas. Os aspectos avaliados no Perfil Ambiental são: número de produtos produzidos por ano, peso e volume do produto, número de materiais diferentes, uso de materiais raros, uso de materiais tóxicos, uso de energia e fonte de energia. Pode ser aplicada em diferentes estágios do desenvolvimento do produto, de acordo com o grau de especificação e detalhamento do Perfil Ambiental e Funcional.</p>
<p><b>The Environmentally Responsible Product Assessment Matrix (ERP)</b></p>	<p>A matriz é utilizada para estimar o potencial de melhorias de um produto de acordo com o seu desempenho ambiental atual e desejado. Cada fase do seu ciclo de vida (pré-manufatura, manufatura, distribuição, uso e remanufatura/reciclagem/reuso) é avaliada de acordo com cinco critérios (escolha de materiais, uso de energia, resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas). O impacto ambiental de cada fase do ciclo de vida é estimado através da pontuação de cada critério de 0 (máximo impacto) a 4 (mínimo impacto). Checklists são desenvolvidos para a pontuação dos critérios de acordo com as características dos produtos, que é realizada de acordo com a sua seriedade e se alternativas de redução de impacto foram utilizadas ou não. A responsabilidade ambiental total do produto é calculada somando-se os valores atribuídos a todas as linhas e colunas da matriz. Se uma determinada fase do ciclo de vida ou critério for mais significativa, pode ser atribuído um peso diferente a eles. Quanto maior for a pontuação de produto, melhor será o seu desempenho ambiental.</p>
<p><b>The ideal-eco-product approach</b></p>	<p>Esta abordagem foca diretamente nas necessidades dos consumidores. As funções requeridas devem ser satisfeitas por um produto de forma a ter o mínimo impacto ambiental em todos os estágios do seu ciclo de vida. Todos os aspectos ambientais são considerados como um todo. Na primeira fase, versões extremas dos produtos devem ser desenhadas, cada uma cumprindo um critério ambiental específico (por exemplo, remanufatura ou consumo de energia no uso) e de acordo com a tecnologia disponível. Na segunda fase, todas essas versões extremas são unificadas em um eco-produto ideal. Durante o processo de pesquisa/desenvolvimento da solução ideal, devem ser consideradas diferentes condições externas e efeitos externos, como preço de energia, capacidade de venda, custos de manufatura, etc. Ao final deste processo de pesquisa, teremos um eco-produto com probabilidades de venda no mercado, que não é ideal em todos os</p>

	aspectos ambientais, mas que seja o melhor possível.
<b>The Morphological Box</b>	Não é uma ferramenta típica do Ecodesign, mas pode ser útil na criação de soluções criativas. A solução existente é quebrada em elementos, por exemplo, partes dos produtos. Para cada elemento diferentes, são descritas propostas. Depois soluções alternativas para o produto são criadas pela combinação das propostas para cada um dos elementos. É uma ferramenta qualitativa baseada no julgamento do usuário, de seu conhecimento e experiência, responsabilidade, grau de liberdade e consideração.
<b>The Ten Golden Rules</b>	Essa ferramenta guia o desenvolvedor de produtos quanto às questões gerais a serem consideradas através da sua aplicação de acordo com os desafios específicos de um produto particular. Consiste de um sumário de diversas linhas guias e manuais utilizados por empresas dos mais diversos setores, contendo recomendações de estratégias ambientais. Essa ferramenta pode ser utilizada para melhorar o desempenho ambiental do conceito de um produto ou para comparar diferentes alternativas de conceitos. Para que possa ser utilizada por uma determinada empresa, ela deve ser primeiramente transformada e customizada de acordo com as características da empresa e dos seus produtos desenvolvidos. As regras são: 1: Não utilize substâncias tóxicas e, quando necessário, utilize ciclos fechados para as tóxicas; 2: Minimize o consumo de energia e recursos na fase de produção e transporte através de housekeeping; 3: Use características estruturais e materiais de alta qualidade para minimizar o peso dos produtos desde que não haja interferência na flexibilidade, resistência a impactos ou outras prioridades funcionais; 4: Minimize o consumo de energia e recursos na fase de uso, especialmente para produtos com os aspectos ambientais mais significativos nessa fase; 5: Promova reparos e atualizações, especialmente para produtos dependentes de sistemas, como celulares, computadores e Cd players; 6: Promova vida longa, especialmente para produtos com impactos ambientais significantes fora da sua fase de uso; 7: Invista em melhores materiais, tratamentos de superfície ou arranjos estruturais para proteger o produto de sujeira, corrosão e desgaste, assegurando, dessa forma, maior vida útil ao produto; 8: Organize atualizações, reparos e

	<p>reciclagem através do acesso à habilidade, rotulagem, módulos, pontos de ruptura e manuais; 9: Promova a atualização, reparo e reciclagem através do uso de poucos, simples, reciclados, materiais não misturados e ligas; e 10: Use a menor quantidade possível de elementos de junção e use parafusos, adesivos, soldas, parafusos de pressão, travas geométricas, etc., de acordo com o cenário de ciclo de vida.</p>
<p><b>TRIZ and Eco-Innovation</b></p>	<p>O TRIZ toolkit contém uma variedade de diferentes definições de problemas e ferramentas para resolução de problemas. As ferramentas utilizadas nos casos desse artigo foram: a) Tendência da Evolução Tecnológica (identificação de características de design que tem pontos correspondentes na tendência de evolução tecnológica genérica descoberta pela pesquisa da TRIZ, b) Matriz de Contradição: matriz 39x39 em que as características de melhoria de design são correlacionadas com as piores características. TRIZ inclui muitas ferramentas de maturidade tecnológica, que ajudam a determinar se um produto precisa ser otimizado ou inovado. A aplicação dessas ferramentas auxiliam na seleção das ferramentas TRIZ mais relevantes para a criação de uma melhor solução de design.</p>
<p><b>Two-dimensional diagram</b></p>	<p>O diagrama bidimensional é um dos métodos mais utilizados para tomada de decisão. O método envolve o uso de um gráfico que inclui todas as informações ambientais e econômicas de um produto. Os impactos ambientais dos componentes como os resultados de um LCA são mostrados no eixo x e os valores econômicos, como benefícios os preços de venda dos componentes, são apresentados no eixo y. Baseado na informação mostrada no gráfico, os componentes que apresentar menor impacto ambiental e geram maiores valores econômicos (quadrante A) são reciclados primeiramente. Contrariamente, os componentes que apresentam alto impacto ambiental e geram menos benefícios econômicos (quadrante D) são os principais objetivos para melhorias ambientais e econômicas do produto através do ecodesign. Os componentes situados no quadrante B são considerados como tendo problemas ambientais significantes, enquanto aqueles no quadrante C são identificados como tendo problemas econômicos</p>

	<p>significantes. As únicas informações utilizadas são as ambientais e as econômicas. Entretanto, a interpretação depende da experiência e conhecimento dos tomadores de decisão. Ademais, não é possível calcular a diferença relativa entre cada componente.</p>
<b>Volvo's Black, Gray and White Lists</b>	<p>A proposta é listas as substâncias químicas que não devem ser usados, as que têm uso limitado e aquelas que podem ser críticas por um ponto de vista de saúde e ambiental. A lista negra especifica as substâncias que são proibidas nos produtos da Volvo. A lista cinza descreve os materiais que devem ser evitados ou devem ter uso limitado, somente quando extremamente necessário, nos produtos da Volvo. A lista branca fornece recomendações sobre substitutos viáveis para os materiais questionáveis ambientalmente e substâncias químicas que podem ser críticas para a saúde e para o meio ambiente. É qualitativa e útil nas fases iniciais do design.</p>

## ANEXO 2

Dezesseis métodos e ferramentas de ecodesign classificados como completos  
por PIGOSSO, 2008

1. *Computer-Based Cooperative Method to Consider the Entire Life Cycle*: através do uso deste sistema de software, o designer pode determinar os impactos ambientais de todas as fases do ciclo de vida de um produto. O software é integrado a um sistema CAD, a uma biblioteca de regras de design, a uma base de dados técnicos, econômicos e ambientais de materiais, produtos e processos, assim como a uma ferramenta para avaliação do impacto ambiental. O sistema de avaliação utiliza informação de todas as fases do ciclo de vida do produto (informações do produto, como geometria, material, peso, etc. e dados de todos os processos do ciclo de vida (extração da matéria-prima, manufatura, uso, reciclagem, etc.) e fornece um único valor de impacto ambiental total para o designer. Dessa forma, produtos podem ser comparados pela determinação do impacto ambiental total de cada fase do ciclo de vida (o que evita a otimização de um aspecto sem respeitar os efeitos da mudança nas outras fases do ciclo de vida) durante o projeto do produto. Demanda a participação de especialistas para cada fase do ciclo de vida do produto bem como sólidos conhecimentos em engenharia de produto e impactos ambientais;
2. *DfE Matrix*: essa matriz levanta questões relacionadas aos impactos ambientais do produto que podem não ter sido considerados previamente através de 100 questões que alocam uma grande gama de tópicos ambientais e de design e fornece uma análise semi-quantitativa

das alternativas de design do produto. O resultado é uma pontuação relativa do produto que pode ser utilizada para comparar o produto que está sendo desenvolvido com um produto existente, ou ainda para comparar alternativas de design para um novo produto de acordo com o seu impacto ambiental potencial. Os totais para cada fase do ciclo de vida (pré-manufatura, manufatura, embalagem e distribuição, uso e manutenção, fim-de-vida) e os impactos ambientais indicam áreas importantes e áreas para melhorias em termos dos atributos ambientais de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida. A pontuação total da matriz é uma medida relativa dos atributos do produto e complementa os parâmetros econômicos, de valor do cliente e de manufaturabilidade que também devem ser avaliados. Os dados de referência fornecem informações adicionais para responder as questões para preenchimento da matriz, que pode ser adaptada de acordo com as necessidades dos designers;

3. *EcoBenchmarking*: o método é baseado em 10 passos e dependendo do contexto e das necessidades, ele pode ser ajustado de duas maneiras: versão light x estendida (uso de uma ou de várias planilhas) ou informacional x físico (baseado em testes físicos do produto ou em informações sobre ele). Isso leva a 4 versões diferentes de *EcoBenchmarking*. A mais apropriada deve ser selecionada de acordo com a organização e o projeto (por ex., a versão light baseada em informações coletadas é mais apropriada para pequenas e médias empresas em economias emergentes). Cada um dos 10 passos tem um objetivo específico, uma questão específica a ser respondida e uma

planilha associada. Os passos são: (1) Quais são os objetivos do EcoBenchmarking?, (2) Que produtos e de que competidores serão selecionados para o EcoBenchmarking? (para isso, devem ser identificados os produtos líder no setor, estão no mesmo nicho de mercado que o produto que está sendo desenvolvido e são considerados como melhores práticas; a funcionalidade, ano de produção, preço de venda e disponibilidade devem ser considerados durante a escolha do produto), (3) Qual é a unidade funcional e os limites do sistema do EcoBenchmarking?, (4) Quais são as áreas relacionadas ao meio ambiente a serem focadas no EcoBenchmarking?; (5) Como escolher as áreas foco para melhorias ambientais do produto e como traduzir as áreas foco em variáveis mensuráveis?, (6) Como organizar uma sessão de desmontagem?, (7) Como processar e comparar os dados de saída do EcoBenchmarking?, (8) Como revisar os resultados obtidos e gerar opções de melhoria?, (9) Como avaliar e priorizar as opções de melhoria? (considerar a viabilidade ambiental, social, técnica, para os consumidores e financeira), (10) Como implementar as opções de melhoria?

4. *Ecodesign Checklist Method* (ECM): esta ferramenta é composta por três módulos: análise do produto, análise das partes e análise funcional. No módulo de análise das partes, o produto deve ser dividido em todas as suas partes principais e cada uma dessas partes é então analisada de acordo com um checklist que contém os seguintes critérios: material, manufatura, tempo de vida, funcionalidade, manutenção, reparo, desmontagem e reciclagem. O objetivo da análise da funcionalidade é

localizar a falta de funções do produtos de acordo com o critério do ecodesign. Na análise do produto, o produto como um todo é analisado de acordo com critérios como uso, funcionalidade, consumo, emissão e distribuição. Os resultados desses três módulos são o perfil do produto, o perfil das partes (indica que parte deve ser redesenhada) e o cumprimento das funções por cada parte do produto. A matriz de funções mostra a função do produto com o pior desempenho de ecodesign. O termo ecodesign nesse artigo foi definido como medidas a serem tomadas de modo a reduzir o impacto ambiental de um produto, como resultado da consideração de três níveis: nível do produto, interface produto-usuário e nível regional.

5. *EcoDesign Pilot*: uma vez que as estratégias foram selecionadas para a melhoria de um produto existente, as diferentes regras de design e guidelines guiam o designer pelo processo de design. Para melhorar o desempenho ambiental cada produto requer medidas específicas dependendo do seu impacto ambiental nas diferentes fases do seu ciclo de vida (extração da matéria prima, manufatura, transporte, uso e disposição). Um bom conjunto de medidas das regras de design e guidelines podem ser encontrado no software do *EcoDesign PILOT*. O problema é como aplicar essas medidas para o produto e como encontrar novas soluções para a identificação dos pontos fracos;
6. *Eco-indicator 99*: o Eco-indicador de um material ou processo é um número que indica o impacto ambiental baseado em dados de uma avaliação do ciclo de vida. Quanto maior for o número, maior será o impacto ambiental. Valores padrões do Eco-Indicator estão disponíveis

para materiais, processos produtivos, processos de transporte, processos de geração de energia e cenários de disposição. Devem ser seguidos os seguintes passos para a obtenção do Eco-Indicator: (1) Estabelecimento do objetivo do cálculo do Eco-Indicator; (2) Definir o ciclo de vida do produto; (3) Quantificar materiais e processos; (4) Preencher o formulário e (5) Interpretar os resultados;

7. *Eco-indicator tool (Eco-it)*: trata-se de uma ferramenta para calcular o Eco-Indicator. A estrutura do programa é dividida em quatro páginas: (1) Página do Ciclo de Vida (permite a descrição do ciclo de vida do produto em investigação), (2) Página da Produção (é necessário entrar com a estrutura hierárquica do produto e especificar os materiais e processos produtivos por parte. A base de dados calcula os valores do Eco-Indicator para material, energia e processos de transporte), (3) Página de Uso (entrar com os componentes de energia e transporte - uma característica única é o ciclo de vida adicional que permite a correlação entre um produto pré-definido, como a embalagem, com o seu próprio ciclo de vida, na fase de uso), (4) Página da Disposição (especificar o cenário de resíduos para o produto ou para diferentes partes e materiais). Assim que os dados do produto são informados, o usuário recebe imediatamente o resultado do seu impacto ambiental.

8. *Environmental Design Industrial Template (EDIT)*: esse software reconhece que a economia e o design do produto são os fatores determinantes no fim de vida do produto. A idéia geral do EDIT é, através da inserção do design do produto pelo usuário, realizar uma análise dos seus efeitos no fim de vida. O conceito da ferramenta é

gerar uma seqüência de desmontagem do produto para otimizar a geração de lucros de forma que os efeitos do seu fim de vida possam ser avaliados. Essa ferramenta permite que o designer defina como o produto é feito e com que materiais, defina partes e processos em termos de algumas informações ambientais e econômicas, acesse e modifique a base de dados das partes disponíveis, e simule os resultados de fim de vida. O usuário precisa fornecer as informações dos materiais (peso, toxicidade, custo de disposição e informações de reciclagem (custo para reciclagem do material e energia utilizada para reciclagem). Se as partes forem reusáveis ou remanufaturáveis, o usuário precisa informar ainda os custos para tanto e os valores de revenda. Assim, dado o design de um produto, EDIT pode simular a seqüência ótima de desmontagem que apresenta maior valor econômico. Dessa forma, o designer sabe quanto do produto pode ser reusado, remanufaturado, reciclado ou disposto, além do tempo e energia gastos no processo de desmontagem;

9. *Environmental Design Support Tool (EDST)*: avalia o design do produto em da seleção de materiais, avaliação da reciclabilidade e análises de desmontagem (modo mais fácil de desmontagem com mínimo custo). Segundo os autores, a análise da desmontagem é o primeiro passo para se avaliar o desempenho ambiental de um produto e contém o tempo de desmontagem do produto, o número de componentes distintos etc., um índice é gerado para avaliar a dificuldade de desmontagem (quanto maior, mais difícil a desmontagem). A avaliação de materiais consiste de um índice do peso total do produto, do total de tipos de materiais

diferentes, total de materiais perigosos e materiais recicláveis, é obtido através da aplicação de um questionário que consiste em um *guideline* a ser seguido. A avaliação da reciclabilidade é focada no gerenciamento dos resíduos sólidos e controle da poluição. Os métodos de fim de vida do material incluem reuso, remanufatura, reciclagem para um material de classe elevada, reciclagem para um material de classe menor, incineração para geração de energia e disposição final.

10. *Life Cycle Assessment (LCA)*: ou Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) em português, é utilizada para fornecer uma visão holística do desempenho ambiental total de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida, de forma a se entender a complexidade dos problemas ambientais. É geralmente utilizado para comparar produtos que desempenham a mesma função ou para determinar pontos críticos. Os aspectos ambientais e os potenciais impactos associados ao produto são avaliados quantitativamente através da compilação de um inventário de ciclo de vida com todos os fluxos de entrada e saída relevantes (através da identificação de energia e materiais utilizados e dos resíduos lançados para o meio ambiente) de um produto ou sistema; avaliação e cálculo dos impactos ambientais potenciais associados com as suas entradas e saídas; e interpretação dos resultados do inventário e dos impactos ambientais em cada fase em relação aos objetivos e ao escopo do estudo. Não existe um método único de avaliação de impacto ambiental para conduzir as Avaliações do Ciclo de Vida. A Avaliação do Ciclo de Vida fornece informações importantes para os processos de tomada de decisão através da definição dos efeitos ambientais das

atividades industriais e da identificação de potenciais de melhorias ambientais;

11. *Method for Sustainable Product Development* (MSPD): o objetivo do método é encorajar e auxiliar o desenvolvimento de produtos que suportem a transição para uma sociedade sustentável através da determinação dos principais problemas do produto causados por substâncias e atividades durante o seu ciclo de vida, da identificação de potenciais soluções para os problemas encontrados através da modificação do produto, estimulando o desenvolvimento de novos produtos e negócios baseados nos aspectos da sustentabilidade. Possibilita a determinação dos aspectos mais significativos de antemão, evitando que algumas análises quantitativas detalhadas de pouca relevância para a sustentabilidade do produto sejam realizadas. Os aspectos a serem considerados são enfatizados através de perguntas guiadas aos desenvolvedores de produtos. O MSPD inclui um manual (para informar ao usuário os objetivos e a teoria do MSPD, além de instruções para o uso das ferramentas) e três ferramentas: modelo para o processo de desenvolvimento de produtos (inclui questões específicas para cada fase do PDP), avaliação da sustentabilidade do produto (inclui questões estratégicas para guiar a identificação de potenciais substâncias e atividades durante o ciclo de vida do produto e de soluções para os problemas encontrados), e uma matriz de priorização (inclui questões para facilitar a avaliação e a escolha entre as soluções obtidas. Os aspectos de sustentabilidade são integrados com os aspectos econômicos e técnicos tradicionais para melhorar a

aplicabilidade do método pela perspectiva de negócio). Utiliza um framework para o desenvolvimento sustentável estratégico (FSSD), assim como a ABCD-Analysis (A: membros do time de projeto estudam as informações e instruções para entender como trabalhar com o MSPD, presentes no manual; B: uma avaliação da situação atual é realizada de acordo com o produto existente, acompanhando os seus fluxos e práticas; C: possíveis soluções para os problemas listados em B são criadas num processo de brainstorming (os passos B e C são representados nos módulos SPA (sustainability product assessment), que contém o inventário, questões sobre impactos e melhorias a partir de uma perspectiva sustentável); D: ações são priorizadas de acordo com a sua relação com os princípios de sustentabilidade, flexibilidade da plataforma para futuros desenvolvimentos de acordo com a sustentabilidade e retorno financeiro (representado pela matriz de priorização). O SPA é composto pelos módulos: função do produto, design do produto, tipo de material, processos de produção e compras. Em cada um desses módulos, as questões são divididas em questões de inventário e de impacto. A matriz de priorização é utilizada para avaliar as soluções e escolher as mais adequadas (de acordo com a sua viabilidade técnica, tempo demandado para o seu desenvolvimento, retorno do investimento, adaptação ambiental e direcionamento para a sustentabilidade) , é utilizada ao final de cada uma das fases do PDP. Estudos de caso associaram as fases do PDP aos módulos SPA: identificação das necessidades - função do produto, fase do produto principal - design do produto, produto primário - tipo de material,

processo de produção - processo de produção e lançamento e uso - compra. Entretanto, a especificação do momento em que os módulos do SPA devem ser usados no PDP não foi recomendada pelos grupos pesquisados devido à diminuição da flexibilidade e usabilidade do método;

12. *Quality Function Deployment for Environment* (QFDE): o QFDE consiste de 4 fases. Nas fases 1 e 2 são identificadas as partes e/ou componentes mais importantes para a melhoria do desempenho ambiental do produto (considerando-se também os aspectos tradicionais de qualidade) e nas fases 3 e 4, é desenvolvida uma metodologia para avaliar os efeitos das melhorias ambientais. Na fase 1, a voz do consumidor para um produto é decomposta em métricas de engenharia mais detalhadas para clarificar as suas posições. Na fase 2, a relação entre as métricas de engenharia e os componentes do produto é clarificada. Durante essas fases, o designer identifica quais são as funções e os componentes que devem ser focados para satisfazer as necessidades do consumidor (inclui usuários, recicladores, governo e o meio ambiente). A voz do consumidor é expressa por: Diminuição do uso de materiais, Facilidade de transporte e retenção, Facilidade de produção e montagem, Diminuição do consumo de energia, Alta durabilidade, Facilidade para reuso, Facilidade de desmontagem, Facilidade de limpeza, Facilidade de compactação no fim de vida, Facilidade de separação, Facilidade de incineração, Segurança em aterros sanitários, Não perigoso para o meio biológico, Emissão de substâncias não perigosas, Possibilidade de disposição sem maiores

problemas. As métricas de engenharia são expressas por: Peso, Volume, Número de partes, Número de tipos de materiais, Facilidade de ficar sujo, Dureza, Tempo de vida físico, Consumo de energia, Porcentagem de material reciclado, Barulho, vibração e ondas eletromagnéticas, Massa de poluidores do ar, Massa poluidores da água, Massa de poluidores do solo, Biodegradabilidade e Toxicidade dos materiais. Na fase 3, o efeito de um conjunto de mudanças de design nas métricas de engenharia são estimados. Finalmente, a fase 4 é responsável por traduzir os feitos das mudanças de design nas métricas de engenharia em requerimentos de qualidade ambiental

13. *Recovery Systems modeling and Indicator Calculation Leading to End-of-life-conscious Design (ReSICLED)*: o método ReSICLED inclui as seguintes características: habilidade de um design de produto para ser recuperado no final do seu ciclo de vida ser avaliado pelo time de desenvolvimento numa base quantitativa de acordo com os diversos cenários e critérios de recuperação; a análise da avaliação de recuperação auxilia na identificação de oportunidades de melhoria no design; as melhorias de design podem ser implementadas e o design do produto modificado. Atributos do material, das ligações entre as partes e da arquitetura das partes dos produtos devem ser definidas para que o produto possa ser avaliado pelo método ReSICLED. O cenário de recuperação é modelado como uma consistente combinação de processos de recuperação, e converte o fim de vida do produto em material reciclado, energia recuperada e resíduos. A capacidade de recuperação de um produto é quantitativamente avaliada de acordo com

três critérios: Indicador de Recuperação em Peso, Indicador de Recuperação Econômica e Indicador de Recuperação de Impacto Ambiental. São considerados também, na elaboração de cenários, as incertezas temporais e geográficas;

14. *Ternary diagrams and energy accounting*: a avaliação de impacto ambiental baseado na energia (medida do trabalho realizado pela natureza e pelo ser humano na geração de produtos e serviços) considera a razão de recursos naturais utilizados, a eficiência da sua exploração, a capacidade suporte do meio e a produção de resíduos e poluição. Os índices e razões provenientes das análises energéticas possibilitam a consideração da contribuição dos aspectos econômicos e ecológicos. Os diagramas ternários são apresentados como ferramentas gráficas para auxiliar a contabilidade ambiental e o processo de tomada de decisão baseado nas análises energéticas. A visualização dos dados nos diagramas ternários possibilita a comparação entre processos e sistemas com e sem os serviços prestados pelo ecossistema, a avaliação de melhorias e o acompanhamento do sistema ao longo do tempo. Interações entre sistemas e entre um sistema e o meio ambiente podem ser prontamente reconhecidas e analisadas. OS fluxos de energia representam três categorias de recursos: renováveis (R), não renováveis (N) e entradas da economia (F). O cálculo dos índices de sustentabilidade permitem determinar o grau de sustentabilidade em longo prazo do produto ou serviço que está sendo avaliado.
15. *The Eco-Function Matrix*: é uma maneira sistemática de incorporar adequadamente as propriedades funcionais necessárias e importantes

para um produto ao menor preço ambiental possível. Uma plataforma de comunicação para prioridades funcionais e impactos ambientais é estabelecida através da combinação do Perfil Ambiental e do Perfil Funcional do produto. O Perfil Funcional descreve e avalia propriedades, áreas e atividades que estão associadas com a funcionalidade do produto e a sua viabilidade comercial. Este perfil deve ser criado independentemente do Perfil Ambiental e inclui as seguintes categorias: tempo de vida útil, tempo de uso, segurança, interação homem/máquina, economia, flexibilidade técnica, demanda ambiental e confiabilidade. O elemento chave do Perfil Ambiental é a identificação das propriedades dos produtos que estão correlacionadas com a geração de impactos ambientais, sem, no entanto, requerer profundo conhecimento das questões ambientais detalhadas. Os aspectos avaliados no Perfil Ambiental são: número de produtos produzidos por ano, peso e volume do produto, número de materiais diferentes, uso de materiais raros, uso de materiais tóxicos, uso de energia e fonte de energia. Pode ser aplicada em diferentes estágios do desenvolvimento do produto, de acordo com o grau de especificação e detalhamento do Perfil Ambiental e Funcional;

*16. Ecodesign Ten Golden Rules: essa ferramenta guia o desenvolvedor de produtos quanto às questões gerais a serem consideradas através da sua aplicação de acordo com os desafios específicos de um produto particular. Consiste de um sumário de diversas linhas guias e manuais utilizados por empresas dos mais diversos setores, contendo recomendações de estratégias ambientais. Essa ferramenta pode ser*

*utilizada para melhorar o desempenho ambiental do conceito de um produto ou para comparar diferentes alternativas de conceitos. Para que possa ser utilizada por uma determinada empresa, ela deve ser primeiramente transformada e customizada de acordo com as características da empresa e dos seus produtos desenvolvidos. As “Dez regras de ouro do ecodesign”:*

- Não utilize substâncias tóxicas e, quando necessário, utilize ciclos fechados;
- Minimize o consumo de energia e recursos na fase de produção e transporte por meio de housekeeping;
- Use características estruturais e materiais de alta qualidade para minimizar o peso dos produtos desde que não haja interferência na flexibilidade, resistência a impactos ou outras prioridades funcionais;
- Minimize o consumo de energia e recursos na fase de uso, especialmente para produtos com os aspectos ambientais mais significativos nessa fase;
- Promova reparos e atualizações, especialmente para produtos dependentes de sistemas, como celulares, computadores e Cd players;
- Promova vida longa, especialmente para produtos com impactos ambientais significantes fora da sua fase de uso;
- Invista em melhores materiais, tratamentos de superfície ou arranjos estruturais para proteger o produto de sujeira, corrosão e desgaste, assegurando, dessa forma, maior vida útil ao produto;

- Organize atualizações, reparos e reciclagem por meio do acesso à facilidade de acesso, identificação das partes, módulos, pontos de ruptura e manuais;
- Promova a atualização, reparo e reciclagem por meio do uso de poucos, simples, reciclados, materiais não misturados e ligas; e
- Use a menor quantidade possível de elementos de junção e use parafusos, adesivos, soldas, parafusos de pressão, travas geométricas, etc., de acordo com o cenário de ciclo de vida.

### ANEXO 3

Seis métodos e ferramentas de ecodesign apresentados por GUELERE FILHO;  
PIGOSSO, 2008

1. Matriz MET (*Materials, Energy, and Toxicity*): os maiores problemas ambientais do ciclo de vida de um produto são identificados e utilizados para a elaboração de diferentes estratégias ambientais para melhoria do desempenho ambiental do produto. Os impactos ambientais são classificados nas categorias Ciclo de Materiais (M), Uso de Energia (E) e Emissões Tóxicas (T). O procedimento utilizado segue os seguintes passos: discussão da função do produto, definição da unidade funcional e dos limites do sistema, listagem dos materiais, energia e substâncias tóxicas consumidas nas diferentes fases do ciclo de vida, e avaliação. Os resultados e os dados utilizados podem ser tanto qualitativos quanto quantitativos. Esta matriz apresenta uma perspectiva do ciclo de vida e pode ser aplicada como linha guia a ser seguida;
2. Matriz MECO (*Materials, Energy, Chemicals and Others*): uma estimativa do impacto ambiental de cada fase do ciclo de vida (fornecimento de matéria-prima, manufatura, uso, disposição e transporte) é realizada através de estimativas das quantidades de materiais (M), energia (E), químicos (C) e outros materiais (O) utilizados na produção e uso do produto. A categoria “Material” inclui todos os materiais necessários para a produção, uso e manutenção do produto. Da mesma forma, a categoria “Energia” inclui toda a energia utilizada durante o ciclo de vida do produto, incluindo o uso de energia para a extração da matéria prima e a categoria “Químicos” considera, por sua

vez, todos os produtos químicos utilizados durante o ciclo de vida do produto. Os impactos ambientais que não se encaixam em nenhuma das categorias anteriores devem ser incluídos na categoria “Outros”. Todos os fluxos de entrada e de saída devem ser considerados para uma categoria em relação a um tempo base de acordo com a unidade funcional do produto e a fase do ciclo de vida escolhida;

3. LiDS (*Lifetime Design Strategies*) – Wheel: oferece uma visão geral do potencial de melhorias ambientais de um produto ao designer. Oito estratégias ambientais de melhoria são utilizadas nessa ferramenta: seleção de materiais com baixo impacto ambiental, redução do uso de materiais, otimização das técnicas de produção, otimização dos sistemas de distribuição, redução do impacto durante o uso, otimização da vida útil, otimização do sistema de gestão do fim de vida do produto e um novo conceito de desenvolvimento. Os critérios são ponderados qualitativamente utilizando-se sinais de menos e mais e não é oferecido suporte para priorizar um critério específico em relação a outro;
4. Matriz de Avaliação da Responsabilidade Ambiental do Produto (*The Environmentally Responsible Product Assessment Matrix - ERPA*): a matriz é utilizada para estimar o potencial de melhorias de um produto de acordo com o seu desempenho ambiental atual e desejado. Cada fase do seu ciclo de vida (pré-manufatura, manufatura, distribuição, uso e remanufatura/reciclagem/reuso) é avaliada de acordo com cinco critérios (escolha de materiais, uso de energia, resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas). O impacto ambiental de cada fase do ciclo de vida é estimado através da pontuação de cada critério

de 0 (máximo impacto) a 4 (mínimo impacto). Checklists são desenvolvidos para a pontuação dos critérios de acordo com as características dos produtos. A responsabilidade ambiental total do produto é calculada somando-se os valores atribuídos a todas as linhas e colunas da matriz. Se uma determinada fase do ciclo de vida ou critério for mais significativa, pode ser atribuído um peso diferente a eles. Quanto maior for a pontuação de produto, melhor será o seu desempenho ambiental;

5. Análise ABC: esta ferramenta pode ser utilizada para a avaliação do impacto ambiental de um produto. O produto é avaliado em 11 diferentes critérios e classificados em uma das seguintes categorias: A (problemática, ação necessária), B (média, para ser observado e melhorado) e C (inofensiva, nenhuma ação é necessária). Apresenta uma perspectiva do ciclo de vida do produto, dando uma visão geral dos impactos ambientais gerados em cada uma das fases do seu ciclo de vida;
6. Análise do Efeito Ambiental (*Environmental Effect Analysis* - EEA): os impactos ambientais em todas as fases do ciclo de vida de um produto são identificados e avaliados de maneira sistemática, através da avaliação de todas as atividades do ciclo de vida do produto que possam ter influência ambiental significativa. A partir dos resultados obtidos e dos impactos ambientais mais expressivos, são propostas maneiras de minimizar os impactos ambientais do produto em estudo. Posteriormente, essas sugestões são avaliadas e, se aceitas, realizadas por uma pessoa responsável. A Análise do Efeito Ambiental pode ser

realizada em conjunto com as FMEAs (*Failure Mode Effect Analysis*). Conseqüentemente, as ferramentas aplicadas à qualidade e ao meio ambiente são fundidas, seguindo a integração das considerações ambientais em um único sistema de gestão;

### ANEXO 3

Oito ferramentas de ecodesign apresentadas por BYGGETH;

HOCHSCHORNER, 2006

1. *Funktionkosten*: As funções do produto são descritas e para cada função é calculado um custo. Dess forma, a ferramenta pode ser utilizada para se estimatimar o custo resultante de uma proposta de alteração no projeto do produto visando redução de impactos ambientais, ou seja, para estimatimar o custo de soluções alternativas;
2. *Dominance Matrix or Paired Comparison*: O objetivo da ferramenta é a criação de um ranking de critérios ou soluções concorrentes, fazendo uma sistemática comparação entre as diferentes alternativas. Cada alternativa é comparada qualitativamente com as outras existentes;
3. *EcoDesign Checklis*: essa ferramenta ajuda a identificar os principais problemas ambientais ao longo de um ciclo de vida do produto. Quem a utiliza tem de avaliar se as soluções na lista são boas, indiferentes, ou piores;
4. *Econcept Spiderweb*: pode ser usado como uma estimativa para auxiliar a decidir entre concepções alternativas, onde o usuário define um conjunto de critérios adequados para serem utilizados para a estimativa. Para cada solução uma avaliação qualitativa é feita baseando-se nos critérios definidos e um perfil ambiental para cada solução é gerado;
5. *Environmental Objectives Deployment*: o objetivo da ferramenta é o de apresentar as relações existentes entre a “descrição técnica do produto” (por exemplo, materiais, reparabilidade, eficiência energética) e as “considerações ambientais” (materiais utilizados, redução de peso e uso

de materiais recicláveis). As considerações ambientais são *especificadas e ponderadas pelo usuário*;

6. *The Morphological Box*: esta não é considerada uma ferramenta típica ecodesign, mas pode ser útil em encontrar soluções criativas. A solução existente é dividida em elementos, por exemplo, partes produto. Para cada elemento diferentes propostas são descritos. Em seguida, as soluções alternativas para são criadas através da combinação das propostas para cada elemento;
7. *Prescribing tools Strategy List*: essa ferramenta pode ser utilizada para melhorar o desempenho ambiental de um conceito de produto ou para comparar diferentes conceitos para o mesmo produto. A ferramenta consiste de uma lista de sugestões para melhorar o desempenho ambiental de cada fase do ciclo de vida do produto (fabricação, uso, reciclagem, disposição final e distribuição). As sugestões baseiam-se nos critérios: otimizar material de entrada, otimizar a utilização da energia, reduzir a quantidade de utilização do solo, aumento do potencial de serviços, reduzir poluentes, reduzir desperdícios, reduzir as emissões, reduzir os riscos sanitários e ambientais.
8. Volvo's Black List, Volvo's Grey List, Volvo's White List: o objetivo é listar as substâncias químicas que não devem ser utilizadas (lista negra), aquelas que devem ter seu uso controlado nos processos de produção da Volvo (lista cinza) e as substâncias químicas que podem ser cruciais do ponto de vista da saúde ocupacional e do ambiente (lista branca). A lista branca também sugere alternativas que, de acordo com as

experiências e avaliações realizadas na Volvo, são potencialmente menos perigosas;

## ANEXO 4

### Contrato de confidencialidade

Pelo presente Instrumento Particular, de um lado,

**WHIRLPOOL S.A.**, pessoa jurídica de direito privado, com sede na Av. das Nações Unidas, 12.995 – 32º andar, São Paulo – SP, inscrita no CNPJ/MF sob nº 59.105.999/0001-86, doravante denominada “WHIRLPOOL”, neste ato legalmente representada por seus representantes legais, nos termos do seu estatuto social, e, de outro lado,

**Américo Guelere Filho**, pessoa física residindo na Rua Virgilio Pozzi, 404, na Cidade de São Carlos, Estado de São Paulo, portador do CPF nº 018.445.139 - 63, doravante denominada simplesmente “PESQUISADOR”.

CONSIDERANDO que a WHIRLPOOL e o PESQUISADOR desejam manter entendimentos preliminares para determinar se haverá ou não mútuo interesse na realização de certos negócios ou acordos comerciais, em especial, mas não limitados a “Colaboração em Eco Design no Desenvolvimento de Produtos”.

CONSIDERANDO que, para identificar a viabilidade da realização do Projeto será necessária a divulgação pelas Partes, de informações, documentos, planilhas, especificações técnicas, comerciais, financeiras, inovações, aperfeiçoamentos, apresentações, fotos, desenhos e outros dados em geral, escritos (inclusive eletronicamente) ou verbais, que as Partes desejam ser tratados confidencialmente (“Informações”):

**ACORDADAS** quanto ao fato de que os Considerandos acima e as declarações neles contidas integram o presente contrato para todos os fins de direito e que as partes se responsabilizam pela veracidade de tudo quanto declarado;

**RESOLVEM** as partes celebrar o presente Contrato de Confidencialidade, (“Contrato”) que se regerá pelas seguintes cláusulas e condições:

1. Para as finalidades deste Contrato, "Informação(ões) Confidencial(is)" significa: todas as informações referentes ao Projeto, recebidas anterior ou posteriormente à assinatura deste documento, bem como todo produto gerado pela receptora de tais informações não podendo divulgá-los, cedê-los, doá-los, repassá-los, vendê-los, reproduzi-los, permitir acesso por quaisquer meios, ou transferi-los, a qualquer título, em qualquer tempo e circunstância, tampouco usá-los em benefício próprio ou de terceiros ou para finalidade diversa da ora ajustada, salvo mediante autorização expressa da WHIRLPOOL.

2. Ambas as partes reconhecem que as Informações Confidenciais são um ativo único, valioso e especial, neste sentido, as Partes se comprometem, ainda:

a) a revelar as Informações Confidenciais somente aos seus acionistas ou sócios, diretores, empregados e representantes (“Profissionais”) que necessitem a elas ter acesso para fins relacionados ao Projeto,

- b) a adotar todas as providências necessárias para que estes Profissionais que venham a ter acesso às Informações Confidenciais tomem ciência de sua natureza sigilosa e respeitem a integridade da guarda dessas informações, dados e documentos, nos termos estabelecidos nesta cláusula;
- c) a exigir desses Profissionais o cumprimento das obrigações aqui ajustadas, pelos prazos ora estabelecidos;
- c) a, em qualquer circunstância, empenhar-se ativamente em preservar as Informações Confidenciais, bem como qualquer cópia destas, de forma a mantê-las seguras e evitar acesso não autorizado por terceiros;
- d) a não copiar ou, de qualquer outra forma, reproduzir a Informações Confidenciais, exceto para o propósito do Projeto;
- e) a proteger as Informações Confidenciais, segundo as disposições deste Contrato, aplicando o mesmo cuidado que empenha na proteção de suas próprias Informações Confidenciais.

3. As partes concordam que a Parte receptora das informações permanecerá como única obrigada perante a outra Parte, pelas informações Confidenciais a ela divulgadas sob a égide deste Contrato.

4. Caso haja a necessidade de contratação de terceiros para o desenvolvimento e/ou implementação do Projeto, as Partes deverão:

- a) solicitar e obter permissão da outra Parte antes de fazê-lo; e
- b) comprometer-se a não revelar qualquer Informação Confidencial a estes terceiros, sem antes obter destes um compromisso de confidencialidade em termos semelhantes aos contidos neste Contrato.

5. As Partes reconhecem e aceitam que as Informações Confidenciais e quaisquer cópias destas continuarão sendo de propriedade exclusiva da Parte Reveladora. Além disso, as Partes também se comprometem a nunca divulgar e a devolver à Parte reveladora as Informações Confidenciais e quaisquer das cópias destas, dentro de 15 (quinze) dias contados a partir da solicitação por escrito da Parte reveladora. Esta exigência será considerada cumprida se as Informações Confidenciais forem remetidas à Parte reveladora por meio de qualquer método de entrega aprovado pela Parte reveladora. Mesmo na ausência de tal solicitação, a Parte receptora se obriga a devolver à Parte reveladora as Informações Confidenciais e quaisquer cópias destas, no caso de as partes não firmarem um acordo definitivo para a implementação do Projeto, ou destruí-las, conforme instrução por escrito da WHIRLPOOL.

6. Mediante solicitação, a Parte receptora se compromete a enviar à Parte reveladora uma declaração escrita, no sentido de que todas as Informações Confidenciais foram devolvidas ou destruídas em conformidade com a Cláusula 5 acima, e que, mediante tal solicitação, ninguém que tenha anteriormente recebido as Informações Confidenciais, manteve em seu poder ou sob seu controle, direta ou indiretamente, quaisquer Informações Confidenciais ou cópia destas.

7. As obrigações de confidencialidade e não-utilização, descritas neste documento, não se aplicam às Informações Confidenciais:

- a) que forem de domínio público por ocasião de sua divulgação, ou que, posteriormente, se tornem de domínio público por outros meios que não sejam uma falha no cumprimento dos termos deste Contrato;
- b) se a Parte receptora puder comprovar, no momento do recebimento, por meio de registros escritos, que já era de seu conhecimento antes de recebê-las da Parte reveladora;
- c) que sejam desenvolvidas pela Parte receptora de forma independente, sem qualquer referência às Informações divulgadas pela Parte reveladora e desde que possa ser formalmente comprovado;
- d) que sejam identificadas pela Parte revelador como não sendo confidenciais;
- e) cuja divulgação seja exigida por lei, por decreto governamental ou órgão legal com jurisdição sobre qualquer das partes, desde que a outra parte seja previamente notificada e consultada sobre tal divulgação, e desde que a parte que tenha o dever de divulgar, divulgue somente a parte da Informações Confidenciais que seja legalmente obrigada a revelar, e que exerça esforços razoáveis no sentido de, sempre que possível, obter alguma forma de segurança confiável, da parte das autoridades governamentais que determinem esta divulgação, no sentido de que será dado tratamento confidencial à Informações Confidenciais assim reveladas.

8. A Parte receptora se compromete a não fazer contato com qualquer dos clientes ou fornecedores da WHIRLPOOL, em relação as Informações Confidenciais, sem o prévio consentimento por escrito desta última. As Partes se comprometem, ainda, a não solicitar, empregar ou oferecer emprego a qualquer dos acionistas, diretores, empregados, agentes, consultores, ou qualquer espécie de pessoal da WHIRLPOOL, ou de suas subsidiárias, matriz ou afiliadas.

9. As Partes se comprometem a não divulgar as Informações Confidenciais, e a não tomar parte em quaisquer conversas, discussões ou negociações, com qualquer pessoa ou entidade, salvo nas circunstâncias aprovadas expressamente neste Contrato. As Partes se comprometem, ainda, a não fazer, nem permitirem que seja feito por qualquer pessoa dentro de seu controle, qualquer anúncio sobre o Projeto que será eventualmente desenvolvido e implementado ou as conversações em andamento, seja na forma de comunicados à imprensa, ou outra qualquer.

10. Cada parte declara e assegura que:

- a) tem plenos poderes para celebrar este Contrato e executar todas as ações necessárias para o total cumprimento deste Contrato;
- b) sua adesão a este Contrato ou a execução de qualquer ação para seu cumprimento não constituem uma quebra de qualquer outro acordo firmado com quaisquer terceiros.
- c) estão firmando este Contrato como titulares e não como intermediárias, agentes ou corretoras para qualquer outra pessoa.

11. As obrigações contidas neste Contrato permanecerão em vigor por prazo indeterminado, a partir da data de assinatura deste.

12. As Partes reconhecem e aceitam que este Contrato, quaisquer conversas e discussões em andamento, a divulgação das Informações Confidenciais, a troca de correspondências, passada ou futura (incluindo, sem limitação, correspondências indicando

interesse ou intenção), e outras comunicações entre as partes, não comprometem quaisquer das partes a continuar as discussões ou negociações, e tampouco a firmarem qualquer contrato definitivo para a realização do Projeto, incluindo, sem se limitar, a um acordo comercial. A única forma pela qual as partes poderão se comprometer a um acordo comercial, se ocorrer, será através de um instrumento definitivo, por escrito, mutuamente satisfatório, assinado por ambas as partes.

13. Qualquer pesquisa, análise, estudos, desenvolvimento, implementação ou qualquer ação ou despesa, feita ou incorrida por qualquer parte em antecipação a uma eventual concretização de uma relação comercial, será inteiramente por conta e risco daquela parte, não impondo, sob qualquer circunstância, qualquer tipo de responsabilidade ou direito a qualquer indenização à outra parte.

14. Na eventualidade de inadimplemento contratual, a Parte inadimplente ficará sujeita ao pagamento de multa contratual não compensatória no valor de R\$ 100.000,00 (cem mil reais) podendo, ainda, a Parte inocente impetrar todas as medidas cabíveis, incluindo aquelas de caráter emergencial, para a preservação dos seus direitos, não limitadas a indenização por perdas e danos.

15. Em ocorrendo litígio entre o PESQUISADOR e a WHIRLPOOL em relação ao teor do presente Termo, ou sua aplicação, o assunto será resolvido por negociação entre elas. Se a disputa não puder ser resolvida amigavelmente dentro de 30 (trinta) dias após o início das negociações para este fim, tanto o PESQUISADOR como a WHIRLPOOL poderão levar a questão para solução final e exclusiva, segundo as regras internas de conciliação e arbitragem da Câmara de Mediação e Arbitragem do “Centro das Indústrias do Estado de São Paulo – CIESP”, localizada em São Paulo, SP, localizada em São Paulo, SP, suplementado pelo seguinte:

- a) a decisão da arbitragem será definitiva e vinculará o PESQUISADOR e a WHIRLPOOL, as quais comprometem-se a acatá-la e cumpri-la; e
- b) todos os custos da arbitragem serão arcados pelo PESQUISADOR e pela WHIRLPOOL conforme determinado pela Câmara de Mediação e Arbitragem.

16. Este Contrato será regido pelas leis da República Federativa do Brasil e compromete as partes e seus sucessores, todavia não poderá ser transferido para terceiros.

17. Por força deste Contrato, as Partes não estão obrigadas à implementação do Projeto referido neste Contrato, a menos que venham, posteriormente, a celebrar contrato específico para esse fim.

18. As Partes declaram estar cientes de que não estão garantindo por meio deste Contrato a exatidão ou correção das Informações e declaram, ainda, estarem cientes de que o presente Contrato não obriga qualquer das Partes a revelar qualquer informação.

19. Nenhuma falha ou atraso no exercício de qualquer direito, poder ou privilégio ao amparo deste Contrato funcionará com renúncia a esta ou a qualquer de suas cláusulas, nem qualquer exercício único ou parcial impedirá qualquer exercício adicional.

20. Todas as notificações ou comunicações a serem enviadas entre a WHIRLPOOL e o PESQUISADOR serão feitas por escrito e enviadas ao endereço informado neste item, e serão consideradas vigentes assim que forem efetivamente recebidas pela respectiva parte:

No caso da **WHIRLPOOL S.A.**

Nome: Ademir Brescansin

Endereço: Av. 80-A , 777 –Rio Claro, SP

Tel: 19 2111 9233

e-mail: ademirb@whirlpool.com

No caso do PESQUISADOR

Nome: Américo Guelere Filho

Endereço: Virgilio Pozzi, 404 – São Carlos, SP

Tel: 16 3411 0756

Fax: 16 3373 8235

e-mail: agf@sc.usp.br

21. No caso de qualquer disposição deste Contrato ser considerada por uma lei ou tribunal de jurisdição competente, inválidas, nulas ou de outra forma inexecutáveis, as disposições remanescentes permanecerão executáveis à máxima extensão permitida por lei. Nesse caso, as partes estarão liberadas de cumprir as obrigações resultantes da disposição que contém vício, devendo, porém, empregar seus melhores esforços visando a substituir a disposição inválida, nula ou inexecutável por outra que, não contendo os vícios daquela, permita atingir, da forma mais próxima possível, o resultado originalmente pretendido pelas partes.

22. Cada parte se compromete a realizar quaisquer atos que possam ser necessários ou adequados para executar os termos, provisões ou objetivos deste Contrato.

E, assim por estarem as partes justas e pactuadas, firmam o presente Contrato de Confidencialidade, em duas (2) vias, de igual forma e teor, na presença das duas testemunhas, abaixo, para que produza seus efeitos.

Rio Claro, 29 de janeiro de 2009.

**WHIRLPOOL S.A.**

\_\_\_\_\_  
Nome:

Cargo:

\_\_\_\_\_  
Nome:

Cargo:

**PESQUISADOR**

\_\_\_\_\_  
Nome: Américo Guelere Filho

CPF: 018445139-63

RG: 6516833-2

**Testemunhas:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nome: Ademir Brescansin  
CPF/MF: 057.317.988-51  
RG: 15.873.541

Nome: Daniela Pigosso  
CPF/MF: **339.209.358-02**  
RG: **35.025.221-x**

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)