

Ministério da Educação Universidade
Federal do Rio Grande do Sul Escola de
Engenharia
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Ênfase em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas

**METODOLOGIA DE ECODESIGN PARA O
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
SUSTENTÁVEIS**

Elizabeth Regina Platcheck
Desenhista Industrial

Porto Alegre, 2003

Ministério da Educação Universidade
Federal do Rio Grande do Sul Escola de
Engenharia
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Ênfase em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas

**METODOLOGIA DE ECODESIGN PARA O DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS SUSTENTÁVEIS**

Elizabeth Regina Platcheck

Porto Alegre, 2003

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Ênfase em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas

**METODOLOGIA DE ECODSIGN PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
SUSTENTÁVEIS**

Elizabeth Regina Platcheck

Orientador: Professor Dr. Wilson Kindlein Júnior
Co-Orientador: Professor Dr. Joyson Luiz Pacheco

Banca Examinadora:

Dr^a. Anamaria de Moraes (LEUI/PUC-RIO)
Dr. Celso Carlino Maria Fornari Jr (ULBRA)
Dr. Vilson João Batista (PROMEC/UFRGS)

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia
como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia -
modalidade Profissionalizante - Ênfase em Engenharia Ambiental e Tecnologias
Limpas.

Porto Alegre, 2003

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestra em ENGENHARIA e aprovado em forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior

Orientador
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Joyson Luiz Pacheco

Co-Orientador
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Carlos Arthur Ferreira

Coordenador
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Anamaria de Moraes
LEUI/PUC-RIO

Prof. Dr. Celso Carlino Maria Fornari Jr
ULBRA

Prof. Dr. Vilson João Batista
PROMEC/UFRGS

Dedico este trabalho a meus pais cujo empenho e ajuda possibilitaram a conclusão do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores; Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior e Prof. Dr. Joyson Luiz Pacheco, pelos ensinamentos repassados durante o período em que me orientaram e a dedicação dispensada durante a realização deste trabalho de pesquisa.

À banca examinadora, formada pela prof^a. Dr^a. Anamaria de Moraes, Profs. Drs. Vilson João Batista e Celso Maria Fornari Jr, por terem aceito o convite para avaliação e por suas valiosas sugestões, comentários e críticas que enriqueceram este estudo.

Aos componentes do Laboratório de Design e Seleção de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao Designer Luis Henrique Alves Cândido e aos bolsistas Roberto da Rosa Faller e Maurício Ferrapontoff Lemos, pela pronta colaboração sempre que solicitados.

Aos professores, em especial aos designers Everton Amaral da Silva e Helio Etchepare Dorneles e aos laboratoristas, em especial a Ítalo Weiler e Castro e Jonas Rodrigo Schuh da Oficina de Design do Centro Universitário FEEVALE, pela compreensão e colaboração em minhas ausências durante a execução deste trabalho de pesquisa.

À Direção do Centro Universitário FEEVALE, em especial à Coordenadora do curso de Design, prof^a Regina de Oliveira Heidrich e ao Pró-Reitor de Ensino de Graduação, prof. Ramon Fernando da Cunha, pelo apoio financeiro que possibilitou a conclusão deste estudo.

À minha família pelo apoio, amizade e carinho durante a execução deste trabalho.

Aos Centros de Triagem que prontamente ajudaram a alcançar os objetivos deste estudo.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais, PPGEM, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul que muito contribuíram com conhecimento e apoio para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	IX
Lista de Abreviaturas	XII
Resumo	XIII
Abstract	XIV
1. Introdução	15
2. Objetivos	18
2.1. Objetivo Geral	18
2.2. Objetivos Específicos	18
2.3. Objetivos Operacionais	18
3. Hipótese	20
4. Revisão Bibliográfica - Estudo das metodologias mais utilizadas	21
4.1. Metodologia Desenvolvida por Abramovitz	22
4.2. Metodologia Desenvolvida por Back	24
4.3. Metodologia Desenvolvida por Baxter	30
4.4. Metodologia Desenvolvida por Bitencourt	32
4.5. Metodologia Desenvolvida por Bom Fim	37
4.6. Metodologia Desenvolvida por Bonsiepe	39
4.7. Metodologia Desenvolvida por Roosemburg	43
5. Levantamento de dados dos centros de triagem	49
5.1. Associação de Recicladores Dois Irmãos.....	50
5.2. Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada	54

5.3. Centro de Triagem e Educação Ambiental de Guajuviras	58
5.4. Pavilhão de Triagem Mathias Velho	60
5.5. Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande - ATREMAG	63
5.6. Ferro Velho Pampell	67
5.7. Aterro Sanitário Santa Tecla	68
6. Metodologia de Ecodesign para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis	70
6.1. Fase de Proposta	71
6.2. Fase de Desenvolvimento	73
6.3. Fase de Detalhamento	77
6.4. Fase de Comunicação	78
7. Aplicação de Metodologia Proposta - Estudo de Caso da Bomba de Ar para Aquários	81
8. Conclusões e Sugestões para Futuros Trabalhos.....	87
9. Referências Bibliográficas	90
10. Anexos	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico do processo de sustentabilidade	16
Figura 2 - Gráfico das fases da metodologia	33
Figura 3 - Gráfico da Taxionomia do Problema	40
Figura 4 - Quadro Comparativo das metodologias estudadas	46
Figura 5 - Triagem na Esteira - Associação de Recicladores de Dois Irmãos	51
Figura 6 - Geladeira encontrada na Associação de Recicladores de Dois Irmãos	52
Figura 7 - Televisores depositados na Associação de Recicladores de Dois Irmãos	52
Figura 8 - Teclados de computador observados na Associação de Recicladores de Dois Irmãos	53
Figura 9 - Diversos eletrodomésticos e peças de vestuário observados na Associação de Recicladores de Dois Irmãos.....	53
Figura 10 - Esteira para triagem de lixo doméstico na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada	54
Figura 11 - Esteira para triagem de lixo hospitalar na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada	54
Figura 12 - Transformadores observados na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada	55
Figura 13 - Geladeira desmontada observada na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada	56
Figura 14 - Ferros de passar roupas observados na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada	56
Figura 15 - Peças de computador, placas de circuito impresso e equipamentos eletrônicos observados na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada	57

Figura 16 - Partes da carroceria de um automóvel observadas na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada	57
Figura 17 - Vista interna do Centro de Triagem e Educação Ambiental de Guajuviras ...	58
Figura 18 - Base de um liquidificador e uma bomba de máquina de lavar roupas aguardando a desmontagem no Centro de Triagem e Educação Ambiental de Guajuviras	59
Figura 19 - Vários produtos aguardando uma possível desmontagem no Centro de Triagem e Educação de Guajuviras	59
Figura 20 - Cabo de guarda-chuva observado no Centro de Triagem e Educação Ambiental de Guajuviras	60
Figura 21 - Esteira de separação de materiais do Pavilhão de Triagem de Mathias Velho	61
Figura 22 - Monitores observados no Pavilhão de Triagem de Mathias Velho	61
Figura 23 - Impressoras observadas no Pavilhão de Triagem de Mathias Velho	62
Figura 24 - Pára-choques de um automóvel observado no Pavilhão de Triagem de Mathias Velho	62
Figura 25 - Partes de produtos observados no Pavilhão de Triagem de Mathias Velho .	63
Figura 26 - Vista do pavilhão da Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande	63
Figura 27 - Máquina de escrever observada na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande	64
Figura 28 - Periféricos e computadores observados na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande	64
Figura 29 - Mesas para passar roupas observadas na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande	65
Figura 30 - Óculos de proteção observado na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande	65
Figura 31 - Aparelho de pressão observado na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande	66
Figura 32 - Outros produtos observados na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande	66
Figura 33 - Produtos descartados que, uma vez recuperados, são reaproveitados na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande	67
Figura 34 - Carenagem em aço e trocador de calor em alumínio de ar condicionado (alumínio) observada no ferro-velho Pampell	67
Figura 35 - Vista panorâmica do aterro sanitário Santa Tecla	68

Figura 36 - Brinquedo observado no aterro sanitário Santa Tecla	68
Figura 37 - Inserção das variáveis ambientais na fase de proposta	71
Figura 38 - Etapas da análise de similares	74
Figura 39 - Inserção das variáveis ambientais na fase de desenvolvimento	76
Figura 40 - Inserção das variáveis ambientais na fase de detalhamento	78
Figura 41 - Bomba de ar modelo Aqualife	82
Figura 42 - Bomba de ar modelo Trackball	82
Figura 43 - Vista interna da bomba de ar modelo Trackball	83
Figura 44 - Vista interna da bomba de ar modelo Hobby 14	83
Figura 45 - Vista interna da bomba de ar modelo Aqualife 200	83
Figura 46 - Mecanismo da bomba de ar modelo Trackball	84
Figura 47 - Bomba de ar para aquários projetada segundo a metodologia de EcoDesign	85
Figura 48 - Vista interna da bomba de ar proposta segundo a metodologia de EcoDesign	86

LISTA DE ABREVIATURAS

CAD/CAM - Computer Aided Design / Computer Aided Machine

DfA - Design for Assembly - Design Orientado para Montagem

DfD - Design for Disassembly - Design Orientado para Desmontagem

DfE - Design for Environment - Design Orientado para o Meio Ambiente

DfM - Design for Maintenance - Design Orientado para Manutenção

DMLU - Departamento Municipal de Limpeza Urbana

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial

WCED - World Commission Environment and Development

RESUMO

As metodologias são fundamentais no processo de design, traçando diretrizes para o desenvolvimento de produtos e caracterizando-se por estudos de princípios e procedimentos fortemente orientados. O Designer vem ao longo do tempo garantindo um papel fundamental no processo de criação de produtos. Existem técnicas que auxiliam no direcionamento do caminho a seguir e, as metodologias de desenvolvimento de produto são ferramentas essenciais diante de um mercado tão concorrido e restrito. Neste sentido o presente trabalho propõe uma metodologia de EcoDesign com ênfase no desenvolvimento sustentável. Para tal, analisou-se as metodologias escolhidas pela aplicabilidade e a sedimentação que cada autor transmite, principalmente no meio acadêmico. Os autores são reconhecidos por suas técnicas de pesquisa e da iniciativa de gerar não só uma metodologia, mas várias alternativas que, no final do trabalho, afunilam em um mesmo sentido: a de ter solucionado um problema que atenda ou vá além da necessidade do cliente. Por outro lado e a fim de comprovar que as metodologias atuais não atendem ao desenvolvimento sustentável, foram visitados alguns centros de triagem, ferros-velhos e aterro sanitário da região metropolitana de Porto Alegre e observado o destino final dos produtos industriais ao término da vida útil. Neste sentido, propôs-se uma metodologia de EcoDesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis a fim de minimizar os impactos ambientais dos produtos industriais tanto durante a concepção como durante a utilização e, principalmente, ao término da vida útil. A aplicação da metodologia proposta é mostrada no estudo de caso da bomba de ar para aquários onde os conceitos do EcoDesign através da aplicação dos 3R's (reduzir, reusar e reciclar).

ABSTRACT

Methodologies are fundamental in design process, tracing guidelines for products development and being characterized strongly by studies of guided principles and procedures. The Designer comes along the time guaranteeing a fundamental part in the process of products creation. There are techniques that aid in the direction of the way to follow and, the methodologies of product development are healthy essential tools ahead a so competed and restricted market. In this sense the present work proposes a methodology of EcoDesign with emphasis in the sustainable development. For such, was analyzed the methodologies, chosen by the appliance and the consolidation that each author transmits, mainly in the academic middle. The authors are recognized by its research techniques and of the initiative of generating not only a methodology, but several alternatives that, in the end of the work, narrow in a same sense: the one of having solved a problem that assists or go besides the customer's need. On the other hand and with propose of checking that the current methodologies don't assist to the sustainable development, some screen centers, junk and urban waste landfill of the Porto Alegre city metropolitan area were visited and observed the final destiny of the industrial products at the end of the circle life. In this sense, intended a methodology of EcoDesign for the development of sustainable products in order to minimize the environmental impacts of the industrial products so much during the conception as during the use and, mainly, at the end of the useful life. The application of the methodology proposal is shown in the case of the air pump for fishbowls where the concepts of EcoDesign through the application of the 3R's (reduce, reuse and to recycle).

1. INTRODUÇÃO

Desenvolvimento de produtos e sustentabilidade são uma recente combinação de condições que evoluíram do reconhecimento da importância que o design, a produção, a escolha de material, o tipo de produto, o uso e sua disposição final têm sobre o ambiente, o qual tem vindo a desempenhar um importante papel no marketing e no design de produtos, tornando-se necessário encontrar critérios e desenvolver metodologias para o design de produtos sustentáveis. Entende-se por desenvolvimento sustentável "o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem às suas necessidades", segundo a "World Commission Environment and Development" (WCED). Assim, o alvo dos Designers e Engenheiros deve ser o de maximizar este valor de sustentabilidade inserido no produto e minimizar os impactos negativos. Porém, não podemos ter produtos ou serviços sustentáveis em um mundo insustentável. Sendo assim, os empresários devem definir e entender este contexto e explorar estratégias para minimizar o impacto ambiental do produto. Deve-se rever o processo de criação de produtos e serviços ainda na fase de geração de idéias. Portanto, se introduzirmos os conceitos de sustentabilidade nos primeiros estágios do processo, teremos a oportunidade de explorar a soma global dos valores de sustentabilidade em produtos e serviços, eliminando os impactos negativos. O próprio conceito de desenvolvimento sustentável deve ser questionado, segundo Annes (2003).

Porém, esta é uma questão de compromisso com muitas considerações a serem julgadas. O processo de sustentabilidade pode ser observado na figura 1, o qual deve satisfazer não só o consumidor e a sociedade mas também acionistas e empresários, melhorando a qualidade de vida global em todo o processo de manufatura e ciclo de vida do produto.

Efetivamente, todos os produtos, segundo Peneda et al. (1995), afetam o ambiente em maior ou menor grau nas diversas fases de seu ciclo de vida, o que se traduz na poluição do ar, água e solo, por emissões e resíduos e eventualmente também em efeitos nefastos sobre a saúde humana.

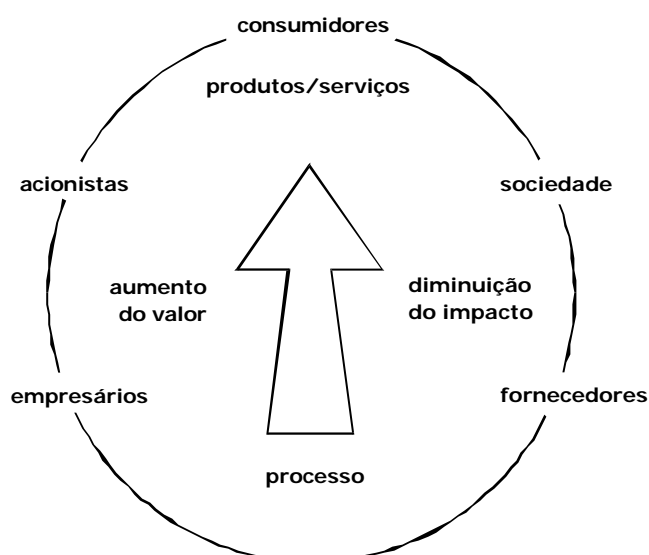


Figura 1 - Gráfico do processo de sustentabilidade (Fonte: Charter, 1998).

Esperar pelo fim do projeto para pensar no ambiente e recorrer exclusivamente às tecnologias de fim de linha, em detrimento ou na ignorância das vantagens da prevenção e dos instrumentos de gestão que lhes estão associados, tende a tornar-se uma solução do passado. A melhoria da eficiência ecológica dos produtos, benefícios de menor carga de poluição ambiental, tornar-se-á cada vez mais em um parâmetro dinâmico da competitividade empresarial. Assim, a solução para os impactos ambientais é a sua prevenção, e aqui cabe um importante papel dos Designers, dos Engenheiros e dos projetistas, visto que é precisamente na fase de projeto que se decidem as principais características ambientais do produto e os impactos ao longo do seu ciclo de vida.

O design de produto pode precisamente desempenhar um importante papel na competitividade sustentada das empresas, ao enfatizar a mudança progressiva dos controles de fim de linha para estratégias de prevenção já nas fases iniciais do projeto e o uso de tecnologias de produção mais limpa.

Sendo assim, este trabalho propõe uma Metodologia de Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis onde os fatores ambientais são levados em consideração desde a concepção da idéia até o produto final, passando por todas as fases de projeto e fabricação. Esta Metodologia visa tornar a Produção Mais Limpa através conceitos como Design Orientado para Manutenção (Design for Maintenance - DfM), o Design Orientado para Montagem (Design for Assembly - DfA) e Design Orientado para Desmontagem (Design for Disassembly - DfD).

Com a implantação desta nova metodologia, as empresas serão beneficiadas não só por incentivos fiscais decorrentes da redução do impacto ambiental nos processos de extração de matéria prima e de fabricação como também pela redução de matérias primas e componentes e pela diminuição da diversidade de fornecedores o que minimiza os custos de fabricação do produto afetando diretamente o seu preço de venda.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O Objetivo geral deste trabalho é maximizar a sustentabilidade e minimizar os impactos ambientais dos produtos, melhorando assim a qualidade de vida global em todo o processo de manufatura, uso e ciclo de vida dos produtos industriais.

2.2. Objetivo Específico

O objetivo específico deste trabalho é desenvolver uma Metodologia de EcoDesign visando o Design de Produtos como um todo, incluindo escolha de materiais, processos de produção como também a montagem, desmontagem e manutenção de produtos industriais sustentáveis.

2.3. Objetivos Operacionais

Rever as metodologias de desenvolvimento de produtos mais utilizadas em Design;

Relacionar as classes de materiais e os tipos de produtos encontrados em centros de triagem da Região Metropolitana de Porto Alegre incluindo aqueles que são de difícil desmontabilidade;

Propor uma Metodologia de desenvolvimento de produtos que atenda às variáveis do EcoDesign a fim de obter-se produtos mais sustentáveis.

3. HIPÓTESE

O desenvolvimento sustentável vem assumindo um papel fundamental no contexto mundial visto que a capacidade de se extrair matérias primas da natureza está se esgotando em ritmo acelerado. Assim sendo, a utilização de técnicas de desenvolvimento de produtos deve conter em sua base itens que possibilitem a geração de produtos baseados no EcoDesign, garantindo o mínimo impacto ambiental.

A fim de comprovar que as metodologias atuais não contemplam o desenvolvimento sustentável foi realizada a pesquisa etnográfica¹ nos centros de triagem, ferros-velhos e aterro sanitário da Região Metropolitana de Porto Alegre onde se constata que a falta de inclusão das variáveis ambientais nas metodologias de projeto gera inúmeros problemas para a reutilização, remanufatura e reciclagem dos produtos industriais ao final da vida útil.

¹ Pesquisa Etnográfica - Estudos antropológicos que correspondem a fase de elaboração dos estudos obtidos em pesquisa de campo. Estudo descritivo de um ou de vários aspectos sociais ou culturais de um povo ou grupo social. (Fonte: Novo Aurélio Século XXI)

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - ESTUDO DAS METODOLOGIAS MAIS UTILIZADAS

O Designer vem ao longo do tempo apresentado um papel fundamental no processo de criação de produtos. Embora a criatividade ainda seja essencial para o sucesso de um produto, existem técnicas que auxiliam no direcionamento do caminho a seguir, e as metodologias de desenvolvimento de produto são ferramentas essenciais diante de um mercado tão concorrido e restrito. Essa preocupação com a metodologia de projeto de produtos industriais vem surgindo no Brasil desde a década de 80 quando Back (1983) propôs um método para o desenvolvimento de produtos então adotado na formação acadêmica de Designers, Engenheiros e Projetistas com a finalidade de orientar o estudante na aplicação dos conhecimentos adquiridos para a solução de problemas práticos de Engenharia e Design.

Assim, a revisão bibliográfica das metodologias apresentadas neste item, em ordem alfabética, vai ao encontro de uma das principais características que o Designer nos dias de hoje deve possuir: a visão global dos processos de desenvolvimento. A velocidade e a dinâmica que nos impõem o mercado, que pode vir de clientes, concorrentes ou da indústria, exige uma flexibilidade muito grande e salienta a necessidade de dominar as várias formas de buscar e atingir o sucesso de um produto em um espaço de tempo mais curto possível. A tecnologia minimizou o tempo de desenvolvimento de um produto, mas as pesquisas e as metodologias necessárias para conhecer o desejo do cliente, ainda estão compiladas na sua grande parte pela intuição do Designer, que usa

dados levantados, tendências e procedimentos técnicos assegurando que o caminho escolhido para o projeto diminui o risco dos investimentos aplicados.

As metodologias estudadas e atualmente ensinadas nos cursos de formação de Designers foram escolhidas devido a sua aplicabilidade e a sedimentação que cada autor transmite. São autores reconhecidos pelas suas técnicas de pesquisa e pela iniciativa de gerar várias alternativas que, no final do trabalho, afunilam em um mesmo sentido, a de ter desenvolvido um produto que pretende atender ou ir além das necessidades do cliente. Assim sendo, a análise detalhada de cada proposta tende a gerar os aspectos mais importantes dentro dos objetivos propostos dessa dissertação. Outro aspecto que será aprofundado é a indicação em cada metodologia, quando ocorre, da preocupação ecológica, que vem se tornando um diferencial competitivo no desenvolvimento de novos produtos.

3.1. Metodologia Desenvolvida por ABRAMOVITZ

Abramovitz (2002) divide a metodologia para o design de produtos em três fases distintas: Planejamento, Fase Analítica e Fase de Desenvolvimento.

Na fase de planejamento, a identificação do contexto do projeto forma a base para a preparação do caminho de desenvolvimento do produto, onde a delimitação do problema gera requisitos e restrições que o Designer irá considerar durante o processo de projeção. O registro dos problemas pode ser feito através de fotografias, desenhos ou dados que demonstrem o seu conteúdo. O autor salienta ainda a necessidade de se especificar metas de projeto e a montagem de um cronograma de execução dessas etapas.

Na fase analítica, o Designer tem a responsabilidade de dar forma ao produto final, propondo uma interação dos aspectos estético-formais, técnicos e ergonômicos, atendendo assim às necessidades do usuário. Na realização do levantamento de dados para o desenvolvimento do produto, Abramovitz destaca várias propriedades tais como: dimensões, peso, cor, etc. que podem ser

analisadas e conhecidas nos produtos similares existentes no mercado. A coleta de dados pode ser realizada em vários locais tais como INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), catálogos, livros, artigos científicos, Internet, visitas a indústrias, lojas, etc. e cita ainda a importância da circulação e distribuição do produto. Os aspectos de uso analisam as características dos usuários tais como cognição, antropometria, biomecânica e condições sociais, econômicas e culturais. As técnicas de execução de enquetes ou entrevistas auxiliam na busca de dados que complementam o perfil do usuário. Os aspectos técnicos de execução devem ser levantados levando-se em conta as possibilidades e viabilidades de execução do projeto. A análise dos aspectos e dados acima deve gerar uma síntese que determinará parâmetros para a execução do projeto.

Já na fase de desenvolvimento, com a formulação da síntese, inicia-se o processo de geração de alternativas, utilizando-se de esboços, *layouts*, rascunhos, *renderings*, onde o processo criativo deve ser exercitado. Abramovitz enfatiza que é necessário o desenvolvimento de muitas idéias para se chegar a melhor solução e cita como exemplo o *brainstorming* (tempestade de idéias) e a biônica. A definição da melhor alternativa deve levar em consideração as restrições anteriormente definidas. Após a definição da melhor alternativa, parte-se para a execução de modelos tridimensionais como *mock-ups*, maquetes, como também *renderings* e desenhos. Assim, com a aprovação do projeto, executam-se os desenhos técnicos e o protótipo final, o qual permitirá a avaliação do produto, resultando no relatório do projeto.

Abramovitz preocupa-se com as necessidades dos usuários referindo-se somente ao uso dos produtos, porém, conforme o conceito de desenvolvimento sustentável, essas necessidades ultrapassam o simples uso durante sua vida útil e remetem às gerações futuras, ou seja, ao destino destes produtos ao final de seu ciclo de vida.

3.2. Metodologia Desenvolvida por BACK

Back (1983) afirma que a fase de um projeto de produto industrial pode ser estabelecida de diferentes formas com maior ou menor detalhamento. Propõe primeiramente o estudo das viabilidades seguido de um projeto preliminar. Assim, o projeto sempre deve começar com o estudo da viabilidade que tem como objetivo a elaboração de um conjunto de soluções úteis levando-se em consideração as necessidades reais e hipotéticas do consumidor. Já o projeto preliminar é o conjunto de soluções úteis que foram desenvolvidas no estudo de viabilidades, estabelecendo assim quais das alternativas propostas apresenta a melhor concepção para o projeto.

Após essas duas fases, sugere um projeto detalhado o qual tem como objetivo fornecer as descrições de um projeto desenvolvido e verificado na fase preliminar, seguido de revisão e testes que, na prática, são realizados durante a fase do projeto principalmente nas soluções e componentes cujo desempenho ainda é desconhecido, fornecendo assim a base para reprojeto e refinamentos até a obtenção de um projeto final aprovado.

Já o planejamento da produção que se segue tem sua responsabilidade compartilhada com outros setores da administração da empresa a fim de realizar a delimitação de diretrizes detalhadas dos processos de fabricação, projeto de ferramentas e gabaritos, especificações e projeto de nova produção ou mesmo de novas instalações fabris, planejamento do sistema de qualidade, planejamento para o pessoal da produção, planejamento para o sistema de fluxo de informações e planejamento financeiro. Por outro lado, o planejamento de mercado tem como objetivo a preparação de um sistema eficaz e flexível de distribuição dos bens projetados como o projeto de embalagens, o planejamento do sistema de armazenamento e das atividades de promoção para tornar o produto atrativo ao consumidor.

Back também propõe um planejamento para consumo e manutenção, fase esta difusa no desenvolvimento do produto, sendo concernente às necessidades

e vantagens do consumidor e vinculada às fases iniciais. Assim, projeta-se para manutenção, para a confiabilidade no produto, para a segurança, para a conveniência de utilização, para os aspectos estéticos, para a economia de operação, para uma vida útil adequada e, finalmente, para obter dados para projetos futuros.

Alguns produtos são simplesmente projetados para uma vida predeterminada tornando-se obsoletos com o lançamento no mercado de modelos mais atualizados. A fase de planejamento da obsolescência visa a projeção para a redução da razão de obsolescência levando-se em consideração os aspectos antecipados do desenvolvimento tecnológico. Deve-se projetar para uma vida física mais longa que a vida útil, projetar para vários níveis de utilização, projetar utilizando materiais reutilizáveis e recicláveis, examinar e testar em laboratório os produtos inutilizados a fim de se obter informações úteis.

O autor ainda cita a análise de informações e da demanda onde é evidente que, para o desenvolvimento de um projeto, necessita-se de uma grande quantidade de informações, surgindo assim problemas como: onde encontrá-las; acessibilidade; custo e demora em obter as informações; credibilidade, autenticidade, relevância e precisão das fontes; significado e aplicabilidade das informações; quantidade e variedade de informações. Assim, as informações podem ser gerais ou específicas e podem ser obtidas em um grande número de fontes como bibliotecas técnicas; relatórios de comissões técnicas; anais de congressos; artigos publicados; revistas e periódicos; instituições profissionais; organizações ou associações de classe; escolas ou institutos de pesquisa; organizações de normas; contatos pessoais; feiras e amostras; usuários do produto; resultados experimentais; métodos de trabalho e administração.

Os requisitos de um projeto envolvem a demanda, funções, aparência e custo do produto. A demanda pode originar-se das necessidades do consumidor, de produtos de menor custo, do acréscimo de poder aquisitivo da comunidade, dos custos de mão de obra, da moda, do desejo de adquirir e da obsolescência devido ao avanço tecnológico. A demanda da venda pode originar-se da

necessidade da empresa de expandir as vendas, de fazer frente à concorrência e aumento do lucro e prestígio. A fabricação cria demandas por pressão econômica, emergência de novas técnicas de produção, disponibilidade e quantidade de mão de obra e instalações, aumento do lucro e redução do grau de dificuldade da produção. Por fim, a demanda pode originar-se por parte do Designer industrial através de um meio de elevar seu *status* pessoal, de melhoria de salário, do desejo de criar novos produtos, da lei da evolução e da pesquisa a ser aplicada em novos projetos. Por outro lado, cada produto precisa atender determinados requisitos funcionais que geralmente são constituídos da função principal, funções secundárias, operação e manutenção. As questões que envolvem as funções principais e secundárias são especificadas em relação ao uso do produto e não em relação ao desempenho técnico, considerando os aspectos do que o produto deve fazer e determinando assim, o grau de precisão e confiabilidade.

Os requisitos de operação são aqueles relacionados com o operador, manutenção e meio ambiente no que tange ao transporte do fabricante ao consumidor e vice-versa, incluindo o ponto de venda e envolvendo os aspectos de embalagem; à instalação; à montagem; à verificação e calibrações; ao uso incluindo treinamentos se necessários; às condições de falhas; à manutenção; à aparência incluindo a programação visual, símbolos, pictogramas, desenhos cores, formas etc; ao custo incluindo: custos de projeto, fabricação, lucro e valor final de venda.

Na síntese de soluções alternativas, a criatividade é a habilidade de ter idéias novas para se alcançar objetivos. Assim, o processo criativo pode ser descrito pelas seguintes etapas: preparação, reunindo habilidades e formulando o problema; esforço concentrado, afastamento, incluindo o descanso mental e o afastamento do problema; visão da idéia ou da reorganização do problema; revisão generalizando e avaliando a idéia. Por outro lado, barreiras podem bloquear a criatividade como o hábito; a fixação funcional, a mentalidade prática, a superespecialização, a definição incorreta do problema, a desconfiança da intuição, a dependência excessiva dos outros, a estagnação e o medo da crítica.

Na fase do desenvolvimento e projeto do produto tem-se fundamentalmente uma síntese e esta é subdividida em três etapas: o estabelecimento de uma função síntese, uma síntese qualitativa e uma síntese quantitativa. O resultado destas fases é um anteprojeto qualitativo do respectivo sistema que será dimensionado numa fase da síntese quantitativa. As fases do projeto quantitativo e qualitativo não são perfeitamente distintas na prática e às vezes realizadas simultaneamente. As dimensões precisas ou exatas são normalmente determinadas por métodos de síntese dimensional ou métodos experimentais.

Back coloca que a análise de valor é um método de redução de custos, porém o valor do produto nem sempre é reduzido quando da redução dos custos. A fase especulativa ou criativa da análise de valor é quando são geradas idéias de redução de custos. São feitas perguntas provocativas em todos os elementos de custos, como por exemplo, este subsistema do projeto pode ser eliminado? Pode este subsistema ser combinado com outros elementos? Pode este subsistema ser decomposto em partes mais simples? Pode ser usada uma parte normalizada? Pode ser usado um material normalizado? Pode ser usado um material de custo mais baixo? Pode ser usado menos material? Pode-se desperdiçar menos material? Pode ser adquirido com custo mais baixo? , Pode ser reduzido o refugo? Podem os limites de controle ser afrouxados? Pode ser economizado no acabamento? Pode ser simplificado o método? Pode ser reduzido o risco de erro? E pode qualquer outro procedimento ser realizado para reduzir os custos sem prejudicar o valor do produto?

Quanto aos aspectos de economia do projeto, o reconhecimento do problema e a habilidade de analisar as exigências para a especificação são especialmente importantes. Assim, estão envolvidos custos indiretos como: impostos; limpeza e manutenção de máquinas e instalações; transporte tanto de produtos acabados como de matéria prima e resíduos; projeto e desenvolvimento, acabamento, embalagem, mão de obra, materiais e sobras, ferramentas especiais, espaço físico e supervisão.

A ergonomia no projeto também é abordada por Back onde a adequação de um produto ao uso pretendido depende da eficiência com que desempenha suas funções considerando-se o usuário ou operador, bem como o meio ambiente e as condições que surgem da manutenção e reparo. Ferramentas e máquinas de toda espécie são proporcionadas para atender às necessidades físicas, psicológicas e mentais do homem. Para tal, considera-se o homem e sua sensibilidade ao meio ambiente no que tange as funções do círculo circadiano, as sensações de temperatura, aceleração, vibração, ruído e iluminação que afetam diretamente o seu sistema sensorial. Também se leva em consideração a antropometria, ou seja, as medidas do homem, tanto tamanho físico como capacidade de geração de força e potência e a habilidade de manipular controles delicados e sensíveis, para o dimensionamento de produtos e partes deles. Outro aspecto da ergonomia no projeto de produtos é o fluxo de informação entre homem e máquina, envolvendo tomadas de informações visuais em painéis, mostradores e avisos luminosos e não visuais nos sentidos olfativo, tátil, auditivo e gustativo.

A próxima fase é do projeto preliminar ou análise que, para se ter um conjunto de soluções factíveis, devem-se considerar os aspectos de viabilidade física, econômica e financeira. A viabilidade física consiste no conjunto de soluções plausíveis sob o ponto de vista tecnológico, fabril e estético. A viabilidade econômica deve compensar o retorno do valor investindo, cobrindo os recursos gastos na realização e execução do projeto. A viabilidade financeira consiste em uma solução alternativa que seja economicamente viável havendo fundos para sua implementação. Esta última compreendem a seleção da concepção para o projeto, a formulação de modelos, a análise de sensibilidade no que tange ao conhecimento das operações do sistema ou mecanismo e a identificação dos parâmetros críticos, a análise de compatibilidade envolvendo considerações diretas tais como: tolerâncias geométricas, físicas ou químicas, análise de estabilidade envolvendo as forças da gravidade, formulação do critério e otimização, projeções para futuros projetos, previsão comportamental do sistema ao longo de sua vida útil, verificação da concepção do projeto e correções

de erros e falhas, simplificação do projeto e, por fim, comunicação de resultados e recomendações.

Já na seleção da solução, deve-se gerar critérios determinados pelas características e qualidades ou pelos requisitos do projeto para uma objetiva valorização das soluções alternativas. Cada critério deve ter seu coeficiente de peso. Assim, é possível uma análise de possíveis erros na valorização das alternativas de solução, identificação dos pontos fracos, orientação na fabricação, manipulação, montagem, tolerâncias, solicitações, segurança e confiabilidade.

Finalmente, os modelos a serem formulados são geralmente classificados em três tipos:

Modelo iconográfico - é aquele que se parece com o original;

Modelo analógico - é aquele que se comporta como o original ou obedece às mesmas leis de ação, dimensões, similaridade geométrica, similaridade cinemática ou similaridade dinâmica;

Modelo simbólico - é aquele que compacta e abstratamente representa os princípios do problema original.

A metodologia desenvolvida por Back contempla alguns aspectos do desenvolvimento sustentável uma vez que sugere o questionamento da simplificação e redução tanto de materiais como de subsistemas do projeto. Preocupa-se ainda com o usuário porém somente os usuários que irão fabricar e utilizar o produto esquecendo-se que este produto irá interferir na qualidade de vida de toda a população durante seu uso e também no término de sua vida útil e disposição final.

3.3. Metodologia Desenvolvida por BAXTER

Segundo Baxter (1998), “a inovação é um ingrediente vital para o sucesso dos negócios”. A competição entre empresas se torna ainda mais acirrada em uma economia de livre mercado, onde a rotatividade de produtos desenvolvidos é muito alta. Com isso, empresas com uma condição menor de desenvolvimento irão perder espaço. Sistemas e novas tecnologias como CAD/CAM, processos e máquinas com tempo de *set-up* menores, vêm tornando o tempo de manufatura de um produto cada vez menor, ou seja, produzindo mais em um espaço de tempo menor.

“O desenvolvimento de novos produtos é uma atitude importante e arriscada”. O lançamento eficaz destes novos produtos pode ser analisado então em três grupos principais:

Forte orientação para o mercado;

Planejamento e especificação prévios;

Fatores internos à empresa.

O autor afirma que “é essencial um processo de tomada de decisões” e cita o “final das decisões” como uma ferramenta que pode ser utilizada ao longo do processo de desenvolvimento do novo produto, onde as decisões convergem para uma “redução progressiva de riscos”. Essas decisões são tomadas com vistas a uma estratégia de negócios.

Ainda determina os princípios de estilo, onde “o estilo de um produto é a qualidade que provoca a sua atração visual”. Diante de uma concorrência industrial cada vez maior, o estilo de um produto vem se tornando um diferencial em cada seguimento de negócios, sendo uma forma de agregar valor ao produto. “A percepção humana é amplamente dominada pela visão e quando se fala no

estilo de produto, referimo-nos ao estilo visual, pois o sentido visual é predominante sobre os demais sentidos”.

O autor ainda cita os princípios de criatividade. A criatividade "é uma das mais misteriosas habilidades humanas" e é a ferramenta fundamental do design de produto, seu uso no desenvolvimento de produtos vem ao encontro da necessidade de tornar o produto mais competitivo e pode ser desenvolvida seguindo-se determinadas etapas como inspiração inicial, preparação, incubação, iluminação e verificação. Assim, a mente humana deve estar preparada para ser criativa, ou seja, ter adquirido conhecimentos e analisado formas onde essas combinações se juntam e resultem em uma nova forma. Empresas inovadoras são aquelas que souberam investir em um ambiente favorável à criação e à inovação. O ambiente criativo depende da atitude das pessoas envolvidas e a interação entre todos os níveis, visando à troca de idéias e a busca por orientação para se tomarem as melhores definições para o sucesso do projeto. A estratégia para o desenvolvimento de produtos tem em vista as metas pretendidas, o mercado de atuação e sua posição no mercado.

Segundo Baxter, "o planejamento do produto inclui: identificação de uma oportunidade, pesquisa de marketing, análise dos produtos concorrentes, proposta do novo produto, elaboração das especificações da oportunidade e a especificação do projeto". Este planejamento é uma das etapas mais exigidas do desenvolvimento de novos produtos, pois nela pode estar o sucesso ou fracasso do investimento.

"O projeto conceitual tem o objetivo de produzir princípios de projeto para o novo produto". O autor cita que o benefício básico do projeto deve estar bem definido levando-se em conta o conhecimento das necessidades do consumidor e dos produtos concorrentes. Um maior número de conceitos gerados leva a uma escolha do melhor conceito. Este projeto conceitual desenvolve as linhas básicas da forma e função do produto, dentro das restrições levantadas, visando o desenvolvimento de um produto comercialmente viável.

O planejamento do produto tem como finalidade orientar o projeto para o mercado, ou seja, significa analisar os produtos concorrentes e fazer uma pesquisa preliminar de mercado para identificar a melhor oportunidade de produto. A elaboração do plano de desenvolvimento do produto deve conter as divisões dos processos envolvidos, assim o controle das etapas se torna mais confiável. Nesta fase de desenvolvimento, a configuração do projeto agrega diversos instrumentos de teste e avaliação do produto. O detalhamento do projeto visa sua execução, definindo materiais, processos e avaliando o desenvolvimento de protótipos.

Baxter procura sistematizar métodos que auxiliem o Designer de produto na tarefa de desenvolvimento de novos produtos, concentrando-se nas questões que envolvem a criatividade e a percepção dos fatos. As questões de custos dos produtos também são abordadas de forma clara e espelham as verdadeiras ansiedades de empresas, que diante de uma concorrência acirrada e a necessidade de produzir mais em menos tempo, investem em desenvolvimento, sempre com a premissa de colocar no mercado produtos funcionais a preços competitivos. Porém o autor não contempla o desenvolvimento sustentável.

3.4. Metodologia Desenvolvida por BITTENCOURT

"O projeto de produto começa com o estabelecimento de um problema, cuja expressão mais comum é um conjunto de necessidades das pessoas que se relacionam com o problema apresentado. Ao final do projeto, elaboram-se informações sobre um objetivo ou sistema, que atenda as necessidades identificadas".

"O objetivo dos estudos sobre o processo de projeto de produto é formalizar uma base de conhecimento que auxilie os projetistas na execução de suas atividades. Parte destes estudos envolve o estabelecimento de metodologias de projeto". Bittencourt descreve o reprojeção de produtos como sendo um processo de mudanças num produto existente, com o objetivo de capacitá-lo para o atendimento das demandas do mercado ou para a inclusão de características

específicas. As causas que originam o reprojeto do produto podem surgir em qualquer fase do seu ciclo de vida, como causas técnicas, de mercado, de segurança ou legais.

O processo de reprojeto é composto de fases como as metodologias de projeto existentes, conforme mostra a figura 2 abaixo:

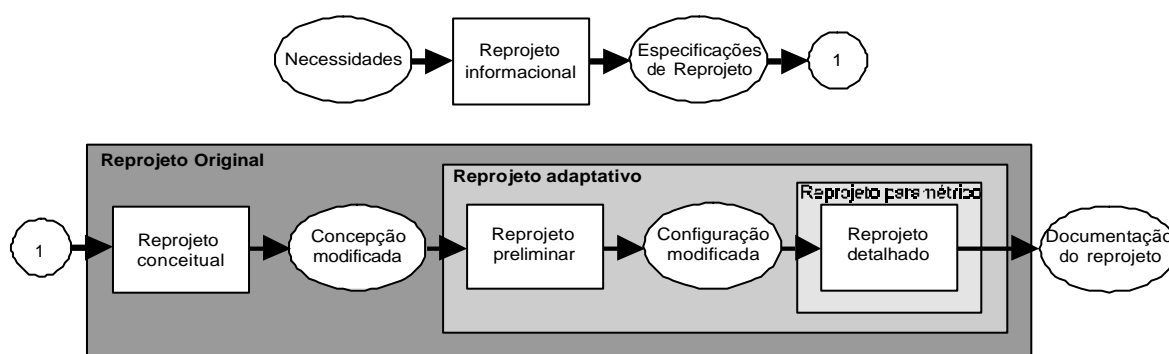


Figura 2 - Gráfico das fases da metodologia. Adaptado de Bittencourt, 2001.

A primeira fase é o reprojeto informacional que se caracteriza pelo esclarecimento da tarefa de reprojeto. Esta fase envolve a atividade de análise do produto existente, no qual se destaca a aquisição e organização das informações sobre: as necessidades dos clientes, as novas exigências do mercado entre outras, e termina com o estabelecimento das especificações e com a determinação do nível de reprojeto mais adequado ao produto.

A fase seguinte corresponde ao reprojeto conceitual, que é a fase de mudanças mais profundas no produto, quando se pode realizar modificações na estrutura funcional e nos princípios de solução atual, terminando com o estabelecimento e a seleção da concepção modificada do produto. A concepção modificada passa para a fase de reprojeto preliminar, na qual realizam-se, por exemplo: modificações na configuração, análise e comparação dos ganhos conseguidos em relação ao projeto original e a seleção da configuração modificada do produto. E por fim, a melhor configuração modificada segue para o reprojeto detalhado, no qual executa-se o detalhamento do *layout* selecionado, a seleção definitiva dos materiais e processos, a identificação mais exata dos

ganhos com o reprojeto e a elaboração da documentação necessária às outras fases do ciclo de vida do produto.

O processo de reprojeto descrito anteriormente corresponde a um conjunto de modificações mais significativas no produto, entretanto nem todos os produtos necessitam de mudanças tão grandes. Assim, o processo depende de qual nível de mudanças é mais adequado ao atendimento dos requisitos de reprojeto, processo este que se apresenta como uma forma de consecução das estratégias da empresa através da melhoria dos produtos existentes. Caso a empresa opte por adotar a melhoria ambiental como uma de suas estratégias, devem-se fornecer instrumentos à área de desenvolvimento de produto, que auxiliem no entendimento e inclusão dessas estratégias. Um destes instrumentos de forma abrangente é uma metodologia de reprojeto de produto para o meio ambiente. O estabelecimento desta metodologia necessita da inclusão de elementos específicos de projeto para o meio ambiente no processo de reprojeto. Estes elementos devem estar presentes desde a decisão sobre a realização do reprojeto, até final do processo.

O principal objetivo da metodologia de reprojeto para o meio ambiente (RePMA) é suportar o processo de reprojeto, apresentando caminhos a serem seguidos, nos quais se considera a demanda ambiental na modificação de um produto. Assim, ela é caracterizada como uma metodologia prescritiva de desenvolvimento de produtos na qual se propõe a sistematização do processo de reprojeto. As atividades são distribuídas em fases, etapas e tarefas. Por outro lado, caracteriza-se com uma abordagem que procura reduzir o impacto ambiental do ciclo de vida do produto, através de alterações no projeto dos mesmos.

A primeira fase de reprojeto informacional compreende o estabelecimento do problema de reprojeto com base nas informações do produto existente. Ao final, tem-se a lista das especificações de reprojeto que deve orientar as atividades durante o processo projetual. Esta fase é subdividida em quatro etapas:

A etapa A consiste na recuperação e aquisição das informações relacionadas ao produto, ou seja, recuperação de documentos gerados em cada fase do ciclo de vida, bem como a recuperação de informações da documentação sobre o produto atual; recuperação de informações dos clientes e usuários; pesquisa da legislação e normas ambientais; tradução das informações recuperadas em requisitos dos usuários e avaliação do produto segundo os requisitos dos usuários.

A etapa B, a elaboração de requisitos ambientais, consiste na condução com base na análise do impacto ambiental durante todo o ciclo de vida, compreendendo do inventário, avaliação e comparação dos impactos do produto no meio ambiente. Ao final desta etapa têm-se descritas as informações referentes às oportunidades de melhoria ambiental do produto, na forma de requisitos ambientais os quais auxiliarão na etapa seguinte, onde se determina o nível de reprojeção mais adequado à redução do impacto ambiental do produto.

A etapa C, determinação do nível de reprojeção, consiste no reprojeção de um produto que pode ocorrer em três diferentes níveis: original, adaptativo ou paramétrico. A determinação do nível mais adequado depende de informações sobre diferentes características, das quais se destaca o desempenho ambiental do produto e caracteriza-se como um processo de tomada de decisão. Nesta tomada de decisão, as alternativas para seleção são os níveis de reprojeção, e os critérios de seleção são os requisitos de usuários e do meio ambiente. Verifica-se, então, o quanto cada nível está relacionado a cada requisito, sendo atividade importante na melhoria do produto, pois determina quais tarefas subseqüentes serão necessárias.

A etapa D consiste no estabelecimento das especificações para o reprojeção: Procura-se partir dos requisitos dos usuários e requisitos ambientais, sendo o conjunto dos requisitos de reprojeção apresentados na forma utilizável no processo e são as especificações de reprojeção, hierarquizando assim estes requisitos e elaborando listas de especificações.

A segunda fase, o reprojeto conceitual é o início de um reprojeto original, gerando modificações no produto. Essas mudanças são realizadas através de atividades de análise, síntese e avaliação tanto na estrutura funcional como nos princípios da solução. Para tanto, as atividades nesta fase tem dois itens balizadores: os requisitos de reprojeto e as especificações para o reprojeto original, sendo o primeiro utilizado como critério de análise e avaliação e a segunda como indicativos que devem orientar as atividades de sínteses. Desta forma estes balizadores são entradas em todas as etapas desta fase. Ao final, obtém-se uma concepção modificada do produto. Esta concepção é avaliada para verificar o ganho ambiental obtido e as possibilidades de ganhos nas seguintes etapas:

A etapa E, recuperação e avaliação da concepção do produto, consiste basicamente de duas tarefas. A primeira tarefa é recuperar a concepção do produto descrita através da estrutura funcional e morfológica com a descrição do conjunto de funções e o conjunto de princípios da solução. A segunda tarefa é a avaliação da concepção do produto correspondendo ao relacionamento entre a concepção original e os requisitos de reprojeto e os valores entre estes.

A etapa F, o estabelecimento e seleção da estrutura funcional modificada, corresponde à atividade de alteração na estrutura funcional do produto, avaliando as influências das funções no impacto ambiental, propondo alterações na estrutura funcional e selecionando a estrutura funcional que melhor atenda aos requisitos relacionados aos usuários e ao ambiente.

A etapa G, a geração de concepção para a estrutura funcional selecionada, consiste na geração de princípios de soluções e sua combinação em concepções alternativas que realizem a estrutura funcional selecionada, avaliando a influência dos princípios da solução no impacto ambiental e gerando concepções alternativas para o produto.

A etapa H, a seleção da melhor concepção modificada, consiste em selecionar e aprimorar as alternativas geradas, avaliando a viabilidade técnica e ambiental das concepções alternativas, avaliando as concepções alternativas segundo o atendimento dos requisitos relacionados aos usuários e requisitos ambientais, avaliando as concepções alternativas através de critérios de comparação entre elas.

Bittencourt propõe uma metodologia somente para o reprojeto de produtos atuais visando a modificação destes a fim de atender aos requisitos ambientais do desenvolvimento sustentável. Além dos produtos atuais através do reprojeto, devemos também criar novos produtos visando os valores de sustentabilidade e evitando assim um futuro reprojeto que gera custos, desperdício de tempo e não tem a mesma ecoeficiência de um produto que foi projetado, desde sua concepção, visando o desenvolvimento sustentável.

3.5. Metodologia Desenvolvida por BOMFIM

Bomfim (1995) afirma que uma metodologia “é necessária devido à complexidade crescente das variáveis envolvidas em um projeto” e sugere um modelo, apresentando 5 fatores principais que determinam o desenvolvimento de um projeto:

Sujeito Criador – Designer – será eficiente na medida em que seu trabalho apresente produtos mais competitivos no mercado;

Sujeito Produtor – empresa – alcançar através da comercialização de seus produtos a multiplicação de sua capacidade produtiva;

Sujeito Consumidor – usuários – alcançar através do uso ou consumo dos produtos a satisfação de suas necessidades;

Sociedade como Instituição – determinam políticas econômicas, leis, normas e políticas de comercialização;

Produto – estrutura e funções, encerrando dois valores distintos: o valor de uso (Sujeito Consumidor) e o valor de troca (Sujeito Produtor) – representar um mínimo de custo e um máximo de rendimento, encerrando as expectativas do produtor e do consumidor.

O autor sugere o fundamento do modelo de metodologia compreendido de três etapas. A primeira etapa, a da criação de um produto, é o projeto o qual deve ir ao encontro das demandas tanto do produtor como do consumidor. O produto passa assim a possuir um valor de troca através de sua comercialização e um valor de uso através de sua utilização e consumo e, conseqüentemente, gera-se o ciclo de vida do produto. A segunda etapa é o processo de produção compreendendo matérias primas, capital, trabalho e tecnologia. A terceira etapa é a utilização do produto e a satisfação das necessidades de forma independente e interativa. Vale salientar que essas etapas não se desenvolvem de forma linear mas, quase que simultaneamente.

Bomfim sugere quatro caminhos distintos para o pós-uso do produto:

Conservação: valor histórico e simbólico;

Reaproveitamento de partes ou do todo;

Reaproveitamento de materiais: reciclagem;

Descarte final: funções e reciclagem esgotados.

O autor ainda descreve dois modelos possíveis de metodologia de desenvolvimento de produtos. O modelo clássico compreende no estabelecimento de objetivos e metas a serem atingidas; no estudo das funções que o produto deve desempenhar para atingir as metas estabelecidas; em uma análise e sínteses dos dados obtidos e, finalmente, no desenvolvimento do projeto. No

processo de utilização, o usuário percebe na estrutura do produto: a cor, forma, etc., e faz uso do mesmo. As etapas não são lineares e sucessivas.

Já no modelo representativo de metodologia de desenvolvimento de produtos, todas as etapas do processo são passíveis de transformação e adaptações até que haja um resultado satisfatório. A atividade de projeto envolve aspectos como os objetivos, ou seja, para que ou para quem será concebido o projeto dependendo das necessidades da sociedade traduzido através de políticas e metas; o conteúdo do projeto, ou seja, objetivos e funções do produto que consiste no conjunto de informações resultantes das diversas atividades realizadas; o método, ou seja, como o projeto será desenvolvido envolvendo ferramentas, técnicas e procedimentos lógicos.

Bomfim sugere alguns aspectos que contemplam o desenvolvimento sustentável como o de conservação (valor histórico) no reaproveitamento de partes do produto ou do todo através da reutilização destes subsistemas como também o reaproveitamento de materiais através da reciclagem antes da disposição final do produto.

3.6. Metodologia Desenvolvida por BONSIEPE

A metodologia, segundo Bonsiepe (1984), não tem finalidade em si mesma, é só uma ajuda no processo projetual, fornecendo uma orientação no procedimento do processo e oferecendo técnicas e métodos que podem ser usados em certas etapas.

A autor classifica os problemas de design de projeto, como mostra a figura 3, em quatro situações distintas: quando a situação inicial é bem definida e a situação final é mal definida; quando as situações inicial e final são bem definidas; quando as situações inicial e final são mal definidas; quando a situação inicial é mal definida e a situação final é bem definida. Essas quatro situações irão interferir tanto nas entradas do processo de projeção como nas saídas. O processo de projeção dá-se em uma caixa preta quando do momento da criação

e as saídas podem gerar novas entradas que irão, por sua vez, realimentar a caixa preta. Finalmente, as saídas são as soluções do processo de projeção.

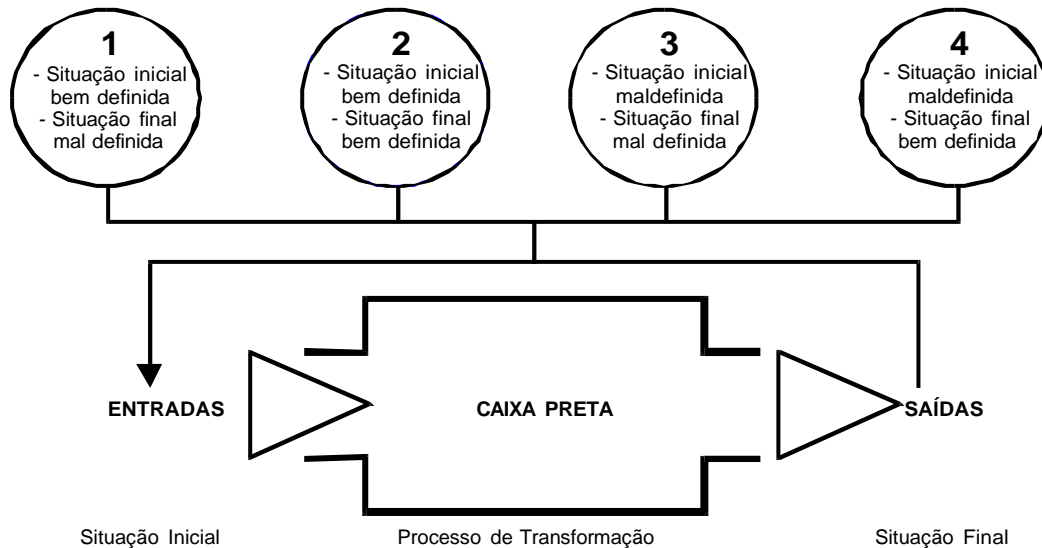


Figura 3 - Gráfico da Taxionomia do Problema. Fonte Bonsiepe, 1984.

Os problemas podem ser definidos respondendo a três perguntas:

O QUE? - A situação que se deve melhorar, os fatores essenciais do problema e os fatores influentes.

PORQUE? - Os objetivos e a finalidade do projeto, incluindo requisitos e critérios que uma solução boa deve ter.

COMO? - O caminho, os meios, as técnicas, recursos humanos e econômicos, tempo disponível, experiência.

Os métodos podem ser classificados em:

Supermétodos ou atitudes intelectuais (estrutura, lista dialética etc.);

Métodos Gerais - análise das funções, por exemplo;

Micrométodos - expertises profissionais, regras da profissão, receitas.

O autor define etapas do método de desenvolvimento de produtos. A primeira etapa consiste na problematização onde serão traçadas as metas gerais do projeto. A segunda etapa é composta pela análise sincrônica, a lista de verificações; análise diacrônica, análise de funções; análise das características de uso do produto: documentação fotográfica; análise funcional, recodificação de materiais existentes; análise estrutural e análise morfológica. A terceira etapa é a definição do problema onde este será estruturado, fracionado e hierarquizado, gerando uma lista de requisitos e as respectivas prioridades e, conseqüentemente, a formulação do projeto detalhado. A quarta etapa é o anteprojeto de alternativas onde podem ser utilizadas técnicas como o *Brainstorming* (tempestade de idéias), o Método 635 (cada participante num total de 6 pessoas, anota num formulário três propostas em, depois passa o formulário para seu próximo colega e esse trata de agregar três outras propostas, troca-se novamente os formulários, o processo termina quando os formulários tiverem passado por todos os participantes), caixa morfológica (combinação de componentes ou subsistemas), desenhos e esboços, maquetes, pré-modelos e modelos. A quinta e última etapa é o projeto em si da solução final para os problemas anteriormente delimitados.

Esquemáticamente o autor indica que se pode subdividir o processo projetual nos seguintes passos:

1. Problematização
2. Análise
3. Definição do problema
4. Anteprojeto e geração de alternativas
5. Avaliação, decisão e escolha
6. Realização
7. Análise final da solução

As macroestruturas podem ser: linear, com *feed-back*, circular ou iterativa.

O autor cita ainda técnicas para o desenvolvimento de projeto, entre elas, a técnica analítica. O objetivo da análise consiste em preparar o campo de trabalho para poder, posteriormente, entrar na fase propriamente do design, do desenvolvimento de alternativas. A análise tem a finalidade de esclarecer a problemática projetual colecionando e interpretando informações que serão relevantes ao projeto. Dentro desta análise, a lista de verificações visa a organização das informações sobre atributos de um produto servindo assim para detectar deficiências informacionais que devem ser superadas. A importância, por outro lado, da análise de produtos existentes em relação ao uso tem a finalidade de detectar pontos negativos e criticáveis. Para esse fim, convém utilizar-se de técnicas fotográficas de documentação para localizar os detalhes problemáticos. A análise diacrônica depende do tipo de problema e pode ser útil através da coleção de material histórico para demonstrar as mutações do produto no transcurso do tempo. Já a análise sincrônica tem o objetivo de reconhecer o universo do produto em questão e evitar reprojeto. A comparação e crítica dos produtos requerem a formulação de critérios comuns. Convém incluir informações sobre preços, materiais e processos de fabricação. Por sua vez, a análise estrutural visa reconhecer e compreender tipos e número de componentes, subsistemas, princípios de montagem, tipologia de uniões e tipo de carcaças de um produto. A análise funcional objetiva reconhecer e compreender as características de uso do produto, incluindo aspectos ergonômicos (macroanálise) e as funções técnicas de cada componente ou subsistema do produto (microanálise). Já a análise morfológica reconhece e compreende a estrutura formal de um produto, sua composição partindo de elementos geométricos e suas transições. Inclui também informações sobre acabamento e tratamento de superfície.

Bonsiepe sugere uma definição do problema a qual consiste em listar os requisitos funcionais e os parâmetros condicionantes (materiais, processos e preços), incluindo uma estimativa de tempo para as diversas etapas e dos recursos humanos necessários. A lista de requisitos irá orientar o processo projetual em relação às metas a serem atingidas. O autor afirma que convém formular cada requerimento separadamente e utilizar uma forma comum (frases

positivas sem negação). Se for possível algum dos requerimentos devem ser representados em termos quantitativos. Assim, a estruturação do problema irá ordenar os requerimentos em grupos segundo afinidades, facilitando, desta forma, o acesso ao problema. É possível representar essa estrutura através de uma árvore hierárquica. Ainda dentro da definição do problema devem-se estabelecer prioridades no atendimento dos requisitos, pois quase sempre os requisitos são antagônicos (a otimização de um fator implica a subotimização de outro fator).

Por fim, para a geração de alternativas, o autor cita técnicas que irão facilitar a produção de um conjunto de idéias básicas como respostas prováveis a um problema projetual como o *Brainstorming* ortodoxo que consiste em sessões de desbloqueio mental clássico com explícita proibição de formular observações críticas, o *Brainstorming* destrutivo / construtivo que consiste em sessões para filtrar os pontos fracos das propostas da primeira fase e concentrar a atenção na sua solução; o Método 635 e a Caixa Morfológica.

Bonsiepe preocupa-se com o processo de criação de um produto, descrevendo várias técnicas porém, não contempla os conceitos de desenvolvimento sustentável.

3.7. Metodologia Desenvolvida por ROOSEMBURG

Roosemburg (1996) afirma que o processo de design é conceber uma maneira específica de solução de problemas, a qual é representada em forma de círculo. Fala-se de “problema” quando alguém deseja alcançar uma meta, porém o caminho não é imediatamente óbvio. Este círculo inclui observação, suposição, especulação, teste e evolução, nesta ordem. Assim, uma metodologia de desenvolvimento de produtos pode ter os seguintes passos:

- Definição do problema – estudo das necessidades e do meio ambiente;
- Valores do sistema – objetivos e critérios;
- Síntese do sistema – alternativas gerais;
- Análise do sistema – dedução das conseqüências das alternativas;

Seleção do melhor sistema – comparação das conseqüências com os critérios;

Planejamento da ação – implementando a próxima fase do projeto.

A definição do problema consiste em argüir o que é este problema, quem tem este problema, quais as metas de quem tem este problema, quais os efeitos a serem evitados e quais ações são admissíveis para satisfazer as metas. A especificação do design é elaborar estas metas no desenvolvimento de projeto de produtos, sendo elas a imagem dos desejos de situações futuras e sendo expressas de diferentes formas e em diferentes tipos de objetivos. Esses objetivos possibilitam determinar as características, propriedades e atributos que irão influenciar no desenvolvimento do produto. Assim, gera-se uma lista de aspectos referentes aos objetivos, incluindo performance do futuro produto; impacto no meio ambiente; ciclo de vida; manutenção, custos de fabricação e venda; transporte; embalagem; facilidades de fabricação; dimensões e peso; estética e acabamento; materiais; tempo de produção e de duração no mercado; normas; ergonomia; qualidade e confiabilidade; testes; segurança; políticas de implantação e de operação; reuso, reciclagem e descarte final.

Entre a concepção e seu descarte final, o produto passa por diferentes procedimentos como manufatura, montagem, distribuição, instalação, operação, manutenção, uso, reuso e descarte. Cada um desses procedimentos fornece novos requisitos e anseios para o novo produto, levantando três questões: em quais situações, locais e atividades o produto irá atuar; quem está fazendo o que com o produto; que problemas são esperados e quais as soluções possíveis.

Rooseburg cita métodos de síntese de idéias que visam encontrar soluções para os problemas, os métodos criativos ou técnicas criativas. São aplicados para solucionar uma ampla variedade de problemas e classificados em três métodos distintos:

Métodos de associação – utilizam técnicas de tempestade de idéias como o *Brainstorming*;

Métodos de confronto criativo - são métodos de comparação e associação de vários pontos de vista distintos;

Método análise-síntese - é baseado na descrição analítica e sintética do problema, gerando esboços de soluções e combinação delas.

Rooseburg indica em sua metodologia de desenvolvimento de produtos o uso dos 3R's, reduzir, reutilizar e reciclar, partes ou todo o produto antes do seu descarte final. Nas etapas de seu método porém não descreve como desenvolver novos produtos visando os conceitos de desenvolvimento sustentável.

Embora cada autor tenha desenvolvido uma proposta de metodologia, existem tópicos que são inerentes a todas, como por exemplo, o levantamento das necessidades dos usuários como mostra a figura 4 onde são comparadas, esquematicamente as metodologias estudadas. Porém, essas necessidades vão além da simples utilização do produto durante sua vida útil. A redução de matérias primas, componentes e subsistemas, a reutilização de partes ou do todo através da manutenção e reparos e a reciclagem principalmente de materiais, os 3R's, são conceitos que deveriam ser levados em consideração para o desenvolvimento de um produto mais sustentável.

Ao analisar cada autor, conclui-se que tais metodologias são de suma importância para o desenvolvimento de novos produtos ou a re-adequação de produto existente. Porém, novos produtos estão sendo projetados sem as variáveis da sustentabilidade, então é necessário incluí-la. Sabe-se que o investimento em novos produtos tem um custo elevado para as empresas que os desenvolvem, principalmente em empresas de ponta que são pioneiras em seus lançamentos e têm de minimizar riscos de investir em produtos que poderão ter um retorno abaixo do esperado, com isso a escolha da metodologia ideal para cada situação deve ser definida em paralelo ao estudo de viabilidade do projeto.

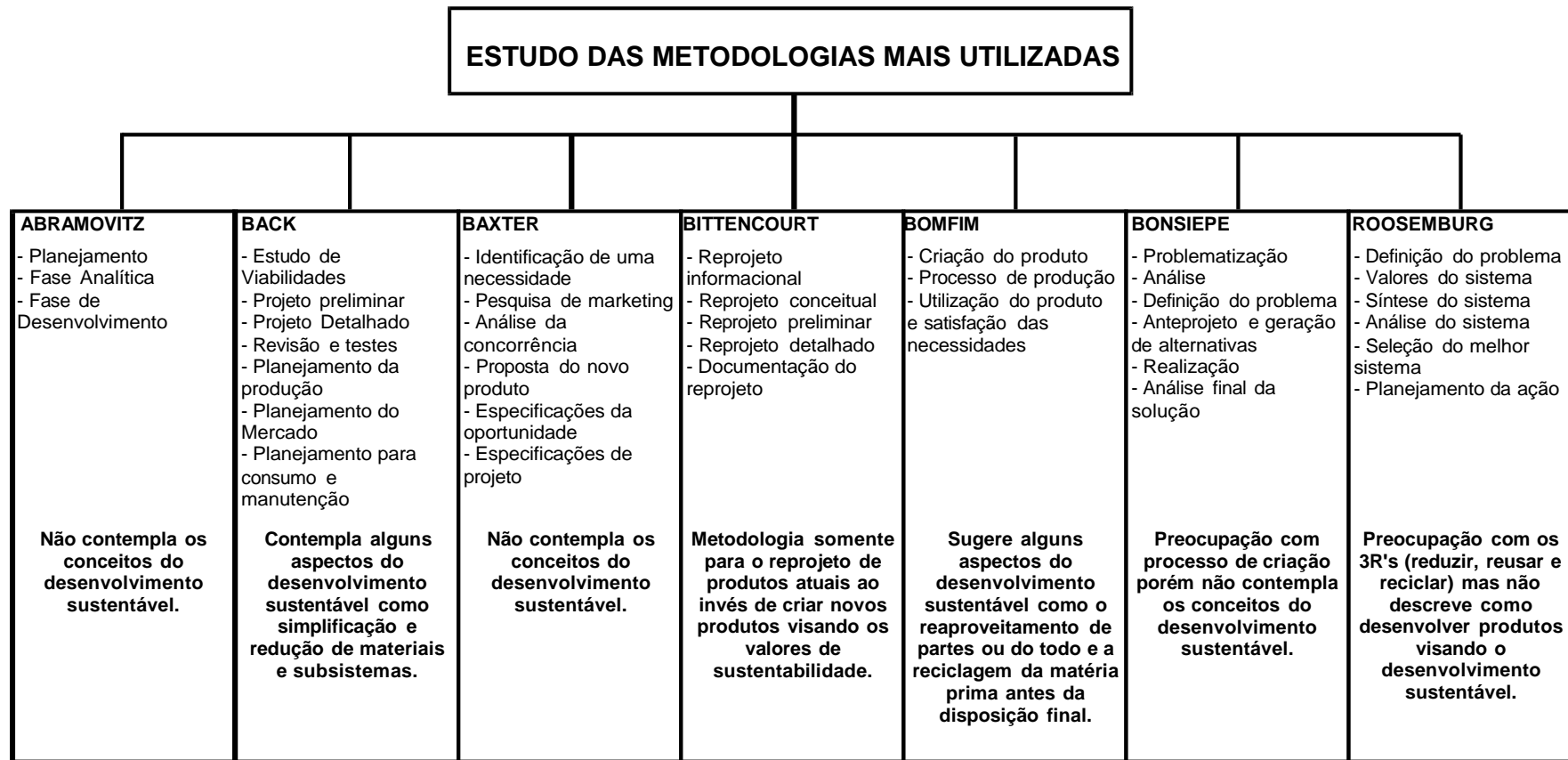


Figura 4 - Quadro comparativo das metodologias estudadas.

Deve-se verificar qual o objetivo ou a meta a ser alcançada e uma previsão de investimento que será aplicado. A empresa pode dar ênfase ao EcoDesign e para tanto deve empregar uma metodologia que avalie esse conceito desde a criação até a reciclagem do produto. Segundo Santos (2001), "EcoDesign é uma visão holística em que, a partir do momento em que conhecemos os problemas ambientais e suas causas, passamos a influir na concepção, escolha dos materiais, fabricação, uso, reuso, reciclagem e disposição final dos produtos industriais".

Em algumas metodologias como, por exemplo, Back e Bittencourt sugerem que seja analisado o ciclo de vida de um produto com vistas ao conceito de manutenção ou re-projeto, mas não é analisada, nestas metodologias, uma forma de se projetar tendo como foco o EcoDesign, que tem como uma de suas características o conceito de Projeto Orientado para Desmontagem (DfD) onde o reuso, remanufatura e reciclagem ou até mesmo a manutenção do produto é facilitada devido ao desenvolvimento e aplicação de sistemas que visam a separação dos materiais por tipos ou composição, minimizando o impacto ambiental, reduzindo custos de produção e possibilitando as empresas um diferencial competitivo em um mercado que a cada dia dá maior ênfase à proteção ambiental.

O desenvolvimento sustentável vem assumindo um papel fundamental no contexto mundial visto que a capacidade de se extrair matérias primas da natureza está se esgotando em um ritmo acelerado. Assim sendo, a utilização de técnicas de desenvolvimento de produtos deve conter em sua base itens que possibilitem a geração de produtos baseados no EcoDesign, garantindo o mínimo impacto ambiental.

Segundo Turra (2002), "o EcoDesign é uma forma ecológica de desenvolvimento de produtos, que se pode traduzir em projeto para o meio ambiente. Esta metodologia vem se tornando uma aliada fundamental para a inovação tecnológica de responsabilidade ambiental, suas possibilidades estão sendo consideradas vitais para a garantia do desenvolvimento sustentável e para a redução do impacto ambiental de novos produtos. (...) Assim, o EcoDesign tem seu campo de atuação na concepção de novos conceitos e no surgimento de novos padrões de consumo. 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, isto é, que atenda às necessidades sem comprometer a atual e futura geração".

A modernidade, segundo TURRA (2002), é marcada pelo aumento da produtividade, pelo desenvolvimento tecnológico da produção e, conseqüentemente, pelo aumento do consumo de bens industrializados. Em países desenvolvidos, a melhoria da qualidade de vida é marcada pelo alto consumo destes produtos. Fatos estes que vêm gerando uma grande demanda de produtos descartados e a concentração de resíduos sólidos, levando a degradação ambiental.

A Região Metropolitana de Porto Alegre está inserida dentro deste contexto, onde os Centros de Triagem têm um papel importante dentro dessa realidade. Como descreve TURRA (2002), "os catadores fazem a triagem de produtos, materiais e embalagens e, posteriormente, comercializam os mesmos. A indústria tem a responsabilidade de gerar o produto, porém deve minimizar o impacto ambiental e conservar os recursos naturais. É fundamental pensar em produtos ecologicamente corretos, levantar a capacidade de reciclagem, uso, reuso, ciclo de vida dos materiais e por fim, escolher materiais e técnicas de fabricação que tenham princípios ambientais corretos. Dentro desta esfera o consumidor também tem papel fundamental, na separação dos materiais e destinação adequada dos resíduos após o descarte".

A fim de comprovar que as metodologias atuais não contemplam o desenvolvimento sustentável foram realizados estudos e visitas a centros de triagem, ferros-velhos e aterros sanitários onde se constata que a falta de inclusão da variável ambiental nas metodologias de projeto gera inúmeros problemas para a reutilização, remanufatura e reciclagem dos produtos ao final da vida útil.

5. LEVANTAMENTO DE DADOS DOS CENTROS DE TRIAGEM

Neste capítulo, apresenta-se um panorama dos levantamentos bibliográficos e das visitas de campo aos centros de triagem da Região Metropolitana de Porto Alegre e os produtos descartados que não podem ser reciclados ao todo ou em partes realizado. Assim, foram utilizados métodos e técnicas de pesquisa etnográfica onde foram feitos estudos descritivos dos aspectos sociais e culturais dos grupos de pavilhões de triagem. Foram visitados os pavilhões de triagem que possibilitaram este estudo sendo que os demais não permitiram o acesso.

A coleta seletiva é a forma mais utilizada para minimização dos resíduos na região metropolitana. Apesar dos custos elevados, a atividade contribui para a redução do resíduo que chega aos aterros sanitários, para a formação de cidadãos, para a geração de empregos e para a redução do consumo de matéria-prima não-renovável e do impacto gerado por resíduos não-biodegradáveis. A coleta seletiva é uma etapa entre a separação de materiais entre si e o processo de reciclagem. Consiste no recolhimento especial, que permite que os materiais separados sejam recuperados para a reutilização, remanufatura ou reciclagem.

Quando a coleta dos materiais é precedida de uma separação simples, costuma-se identificar em duas categorias: orgânicos / inorgânicos ou lixo seco / lixo úmido. Os recicláveis (secos) são os plásticos, vidros, metais e papéis, enquanto o orgânicos são os materiais passíveis de compostagem: restos de comida, erva de chimarrão, cascas de frutas, entre outros. Neste tipo de coleta, é solicitado à comunidade que armazene o rejeito como o papel higiênico e as fraldas

descartáveis, tanto infantis como de uso adulto, juntamente com o material orgânico. Este procedimento gera sérios problemas na compostagem do lixo orgânico uma vez que as fraldas descartáveis são fabricadas com materiais sintéticos.

A reciclagem, por sua vez, é tida como a recuperação dos materiais descartados, modificando-se suas características físicas (diferenciando-a de reutilização e dos retornáveis, em que os descartados mantêm suas feições). Conforme a METROPLAN, Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional de Porto Alegre, nos últimos dois anos foram construídos 10 novos pavilhões de reciclagem na região metropolitana, votadas em orçamento participativo. Como forma de incentivar a reciclagem, o Estado busca a capacitação dos centros de triagem através da compra de equipamentos, cursos, seminários, palestras e feiras.

5.1. Associação de Recicladores Dois Irmãos

Este centro de triagem está localizado no município de Dois Irmãos, a 52 km de Porto Alegre, município da região metropolitana. Integra os municípios do pólo calçadista do Vale dos Sinos, origem de colonização alemã, economia baseada na indústria calçadista e de móveis, comércio e turismo. População estimada pelo IBGE em 2000 foi de 22.415 habitantes.

O resíduo que vai para o aterro sanitário é de aproximadamente 220 toneladas/mês (dados ano 2001) e há 7 anos foi implantada a coleta seletiva. O resíduo inorgânico, devidamente separado pela comunidade, é recolhido porta a porta, diariamente, e, posteriormente, é encaminhado ao Centro de Triagem do Município. O resíduo orgânico, vai para o depósito de resíduos, localizado na mesma área do Centro de Triagem, segundo a FEPAM com licença de operação para aterro sanitário. A Associação de Recicladores Dois Irmãos, instituída no ano de 1999, é composta por 18 componentes.

O Município trabalha em parceria com a Associação: recolhe e encaminha o material da coleta seletiva e fornece energia elétrica para a Associação, enquanto

que esta faz a triagem e comercializa os materiais. As duas entidades procuram trabalhar a conscientização dos moradores de forma paralela: os catadores, com o objetivo de divulgar a reciclagem e sua importância para o meio ambiente, dispõem do espaço do Centro de Triagem para visitas e participam de eventos de cunho ambiental, enquanto que o município procura organizar eventos, distribuir material informativo de forma a envolver a comunidade, sempre com o apoio das escolas que têm um papel fundamental na evolução da educação ambiental.

O prédio do Centro de Triagem é de propriedade do município, foi cedido à Associação para realizar o trabalho de triagem. Possui aproximadamente 250 m², teve de ser adaptado para o uso, pois não foi construído para este fim, antigamente era utilizado para incinerar resíduos. Mesmo com espaço reduzido, possui como infra-estrutura banheiros, cozinha, peça para caseiro e um pequeno refeitório. A Associação conta com os seguintes equipamentos: esteira, como mostra a figura 5, onde é realizada a triagem; elevador de fardos; prensa hidráulica; balança; acompanha os equipamentos para beneficiamento do plástico (exceção ao PET), moído granulador, lavador aglutinador e centrífuga.



Figura 5 - Triagem na Esteira. Fonte: Associação de Recicladores de Dois Irmãos. Data de 14.05.02 (In Turra, 2002).

Dentre os produtos industrializados descartados, foram encontrados eletrodomésticos de grande porte e portáteis. A figura 6 mostra uma geladeira onde

suas partes compostas de diferentes materiais, entre eles, aço, borracha, PVC etc. são de difícil separação impossibilitando a reciclagem economicamente viável dos materiais.



Figura 6 - Geladeira encontrada na Associação de Recicladores de Dois Irmãos. Data de 14.05.02 (In Turra, 2002.)

A figura 7 mostra televisores encontrados na Associação de Recicladores de Dois Irmãos, onde as partes de madeira, metais e materiais poliméricos poderiam, com dificuldade, serem separados e reciclados. Já os componentes elétricos e eletrônicos são praticamente inseparáveis.



Figura 7 - Televisores depositados na Associação de Recicladores de Dois Irmãos. Data de 14.05.02 (In Turra, 2002).

A figura 8 apresenta um teclado de computador que, para a desmontagem da sua carenagem, são necessários retirar pelo menos 12 parafusos do tipo Philips, padrão americano, mesmo assim não é possível desmontar inúmeros componentes internos.



Figura 8 - Teclados de computador observados na Associação de Recicladores de Dois Irmãos. Data de 14.05.02 (In Turra, 2002).

A figura 9 mostra diversos eletrodomésticos portáteis como cafeteira elétrica, aparelho telefônico, secador de cabelo, assim como peças de vestuário como sapatos e tênis, onde em seus processos de concepção não levaram em consideração a desmontagem para aproveitamento de suas partes.



Figura 9 - Diversos eletrodomésticos e peças de vestuário observados na Associação de Recicladores de Dois Irmãos. Data de 14.05.02 (In Turra, 2002).

5.2. Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavalhada

O Pavilhão de Triagem da Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavalhada, localizado em Porto Alegre, é composto por 44 pessoas. A Associação existe desde 1996 e foi fundada por moradores do Loteamento. O centro de triagem conta com 2 (dois) pavilhões, sendo um para triagem de lixo doméstico e outro para lixo seco hospitalar (frascos de remédios, caixas, seringas, etc.), como mostram as figuras 10 e 11. Tanto os lixos doméstico quanto hospitalar já sofreram uma triagem prévia pelas respectivas comunidades.



Figura 10 - Esteira para triagem de lixo doméstico na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavalhada. Data de 13/06/2003.



Figura 11 - Esteira para triagem de lixo hospitalar na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavalhada. Data de 13/06/2003.

Os equipamentos de proteção individual (luvas, máscaras, aventais, etc.) são financiados pelos próprios associados, tornando sua utilização muitas vezes inadequada por falta de orientação visto que as condições de trabalho são realizadas em um ambiente biológico.

Os produtos encontrados são parcialmente reciclados devido ao tempo gasto para desmontá-los e também devido à falta de ferramentas apropriadas. Os produtos de maior dificuldade de reciclagem são transformadores, como mostra a figura 12 (o cobre, encontrado nestes transformadores, é um metal de alto valor comercial para os catadores).



Figura 12 - Transformadores observados na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada. Data de 13/06/2003.

Em eletrodomésticos de grande porte como a geladeira da figura 13, a carenagem de aço, após grande dificuldade, já foi retirada e destinada a reciclagem junto de outras peças de aço. Já os ferros de passar roupas, figura 14, aguardam uma tentativa de desmontagem.



Figura 13 - Geladeira desmontada observada na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavalhada. Data de 13/06/2003.



Figura 14 - Ferros de passar roupas observados na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavalhada. Data de 13/06/2003.

As placas de computadores, vídeos, televisores, etc. são analisadas por um membro do centro e, caso estejam em condições de uso, poderão ser consertadas e reutilizadas, caso contrário são classificadas como resíduo não-reciclável pela dificuldade de reposição de peças e/ou pela impossibilidade de separação dos sistemas e subsistemas que compõem o produto, como mostra a figura 15.



Figura 15- Peças de computador, placas de circuito impresso e equipamentos eletrônicos observados na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada. Data de 13/06/2003.

O centro recicla fios de Cobre (Cu) segundo o seguinte processo: - é aguardado um dia úmido e nublado para a queima dos fios (a queima é o processo utilizado para a separação do revestimento polimérico do fio) evitando grande dissipação da fumaça e contaminação da população; - logo após os fios são recolhidos e colocados na prensa para serem enfardados; - o cobre deixa o centro na forma de fardo e a arrecadação mensal é de aproximadamente 100 kg.

Também foram observadas partes da carroceria de um automóvel, como mostra a figura 16.



Figura 16 - Partes da carroceria de um automóvel observadas na Associação de Reciclagem de Resíduos Sólidos do Loteamento Cavahada. Data de 13/06/2003.

O lixo sem condições de reciclagem do centro é recolhido e aterrado pelo DMLU - Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre. Os caminhões que fazem o transporte do lixo até o centro também são gerenciados pela prefeitura.

5.3. Centro de Triagem e Educação Ambiental de Guajuviras

O pavilhão de triagem do Centro de Educação Ambiental, localizado em Guajuviras, na cidade de Canoas, é composto por 22 pessoas e as instalações foram financiadas pelo orçamento participativo.

Os resíduos provenientes da coleta seletiva do município de Canoas são trazidos pelo caminhão de coleta e depositados no pavilhão como pode ser visto na figura 17.



Figura 17 - Vista interna do Centro de Triagem e Educação Ambiental de Guajuviras. Data de 07/02/2003.

Os materiais com valor comercial são devidamente separados e encaminhados para reciclagem. Alguns produtos são armazenados para possíveis reutilizações como partes de eletrodomésticos encontrados junto aos resíduos sólidos, base de um liquidificador e bomba de uma máquina de lavar roupas conforme a figura 18.



Figura 18 - Base de um liquidificador e uma bomba de máquina de lavar roupas aguardando uma possível desmontagem no Centro de Triagem e Educação Ambiental de Guajuviras. Data de 07/02/2003

A figura 19 mostra alguns produtos variados como partes de um liquidificador e de uma cafeteira triados que estão aguardando uma possível desmontagem.



Figura 19 - Vários produtos aguardando uma possível desmontagem no Centro de Triagem e Educação Ambiental de Guajuviras. Data de 07/02/2003

Também foram encontrados cabos de guarda-chuva. O aumento do descarte de guarda-chuvas deve-se, provavelmente, devido ao baixo preço de compra do guarda-chuva novo, conforme a figura 20.



Figura 20 - Cabo de guarda-chuva observado no Centro de Triagem e Educação Ambiental de Guajuviras. Data de 07/02/2003

5.4. Pavilhão de Triagem de Mathias Velho

O Pavilhão de Triagem de Mathias Velho, localizado na cidade de Canoas, é composto por 40 pessoas e o prédio central das instalações prediais tem 17 anos de existência. A figura 21 mostra a esteira de separação dos materiais.



Figura 21 - Esteira de separação de materiais do Pavilhão de Triagem de Mathias Velho. Data de 06/06/2003

Foram encontrados muitos resíduos oriundos de tecnologias digitais como os monitores para computador e impressoras os quais são de difícil desmontagem para a separação das partes, figura 22 e 23.



Figura 22 - Monitores observados no Pavilhão de Triagem de Mathias Velho. Data de 06/06/2003



Figura 23 - Impressoras observadas no Pavilhão de Triagem de Mathias Velho. Data de 06/06/2003

Também foram encontradas partes de automóveis como o pára-choque da figura 24 e partes de eletrodomésticos. Na figura 25 pode-se observar o rotor de uma máquina de lavar roupas, luminárias e bocais de lâmpadas que não permitem a desmontagem. A grande maioria dos materiais poliméricos não estão devidamente identificadas com codificação dos produtos o que dificulta a reciclagem.



Figura 24 - Pára-choques de um automóvel observado no Pavilhão de Triagem de Mathias Velho. Data de 06/06/2003

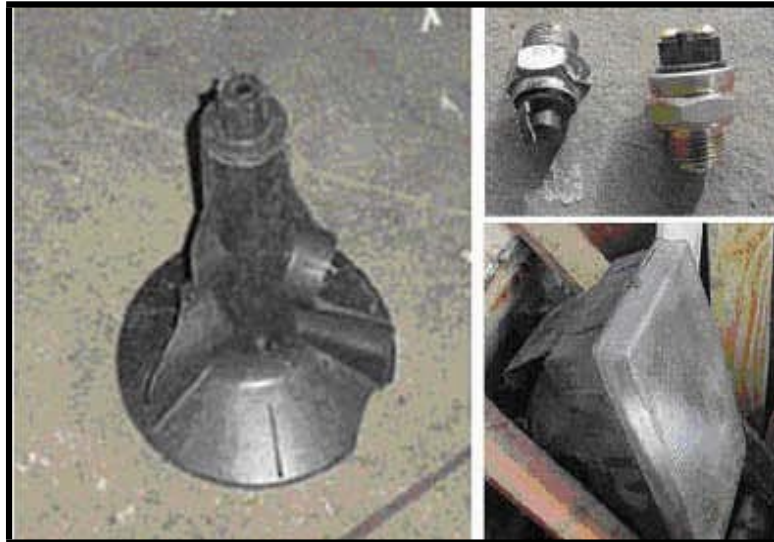


Figura 25 - Partes de produtos observados no Pavilhão de Triagem de Mathias Velho. Data de 06/06/2003

5.5. Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande - ATREMAG

O Pavilhão de Triagem de Mato Grande, localizado na cidade de Canoas, conta com 10 pessoas, com possibilidade de trabalho para mais 5 pessoas, e tem 1 ano de existência.

A coleta seletiva do município de Canoas abastece a Instituição. Assim, só os resíduos secos que chegam são depositados no pavilhão como mostra a figura 26.



Figura 26 - Vista do pavilhão da Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande. Data de 06/06/2003

Entre os produtos descartados pela comunidade, foram encontrados produtos que, com o advento da microinformática, vêm cada vez mais caindo em desuso, como mostra a figura 27.



Figura 27 - Máquina de escrever observada na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande. Data de 06/06/2003

Produtos como monitores, teclados, impressora, mouse e até um computador, o chamado "lixo digital", também se acumulam tanto pela falta de ferramentas adequadas para a desmontagem e pela falta de treinamento para desmontá-los como também pela dificuldade de separação de alguns sub-sistemas, como mostra a figura 28.



Figura 28 - Periféricos e computadores observados na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande. Data de 06/06/2003

Produtos domésticos como mesas para passar roupas também foram observadas na Associação, conforme a figura 29. Produtos estes de difícil reciclagem devido ao estofamento da mesa. Já a figura 30 mostra um óculos de proteção no qual, uma única peça é composta de duas cores distintas de policarbonato unidos de tal forma que é impraticável a separação das mesmas.



Figura 29 - Mesas para passar roupas observadas na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande. Data de 06/06/2003



Figura 30 - Óculos de proteção observado na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande. Data de 06/06/2003

Também foi observado um equipamento médico, como mostra a figura 31.



Figura 31 - Aparelho de pressão observado na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande. Data de 06/06/2003

Outros produtos domésticos como brinquedos, isqueiros e tesouras foram observados na Associação, como mostra a figura 32. Nota-se a diversidade de materiais e cores em cada produto tornando difícil ou mesmo impossibilitando a separação das partes para uma possível reciclagem.



Figura 32 - Outros produtos observados na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande. Data de 06/06/2003

A figura 33 mostra produtos com possibilidade de serem reaproveitados pelos cooperados da Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande como chuveiros elétricos, torneiras, luminárias, bijuterias e óculos de proteção solar.



Figura 33 - Produtos descartados que, uma vez recuperados, são reaproveitados na Associação de Triagem e Reciclagem Mato Grande. Data de 06/06/2003

5.6. Ferro Velho Pampell

O ferro-velho Pampell localizado em Porto Alegre, conta com três unidades. O seu foco principal são produtos metálicos de aço, cobre e motores elétricos.

Foram observadas carenagens de aparelhos de ar condicionado como mostra a figura 34 com elementos de fixação de difícil desmontagem.



Figura 34 - Carenagem de aço e trocador de calor em alumínio de ar condicionado observada no ferro-velho Pampell. Data de 28/07/2003.

5.7. Aterro Sanitário Santa Tecla

O aterro sanitário Santa Tecla, localizado no município de Gravataí, recebe por dia em torno de 700 toneladas de lixo providas das cidades de Porto Alegre, Gravataí, Cachoeirinha e Esteio como mostra a figura 35. 95% deste lixo é depositado diretamente no aterro sem nenhuma seleção de materiais e somente 5% sofrem algum tipo de triagem.



Figura 35 - Vista panorâmica do aterro sanitário Santa Tecla. Data de 31/07/2003.

Foram observados brinquedos dispostos no lixo comum como mostra a figura 36 os quais poderiam ser reutilizados pela comunidade carente ou mesmo serem desmontados para a reciclagem de seus materiais.



Figura 36 - Brinquedo observado no aterro sanitário Santa Tecla. Data de 31/07/2003.

Atualmente a aquisição de bens de consumo é sinônimo de *status*. Porque repará-los se podemos adquirir um modelo novo? Além disso, a mão de obra especializada é escassa e as peças de reposição são comercializadas por preços proibitivos que encorajam o consumidor a adquirir um produto novo, descartando o velho.

Em todos os centros de triagem visitados, nota-se uma grande quantidade desses produtos descartados, muitos em bom estado, necessitando apenas alguns reparos. Alguns desses produtos foram consertados e reutilizados pela própria comunidade dos pavilhões de triagem. Por outro lado, muitos dos produtos que não são reaproveitados por aquela comunidade são de difícil desmontagem pela falta de um projeto inicial visando este fim (Design Orientado a Desmontagem - DfD). Também pela diversidade de materiais cujo processo de fabricação impossibilita a separação dos mesmos.

Assim, conclui-se que é interessante observar que as próprias pessoas que fazem a triagem conseguem consertar alguns produtos. Estas pessoas não dispõem de ferramentas adequadas como também não recebem treinamento e, mesmo assim, conseguem realizar reparos e manutenção em alguns produtos. É um bom indicativo que é possível fazer remanufatura de grande parte dos produtos atualmente descartados desde que aprimoradas as condições de infra-estrutura bem como o treinamento de recursos humanos. É claro que se o projeto de um produto estiver orientado dentro dos preceitos do EcoDesign teremos muitas possibilidades de desenvolver produtos mais sustentáveis.

Neste sentido, os Designers, Engenheiros, Arquitetos e demais Projetistas devem, então, adotar novas metodologias para o desenvolvimento de produtos que atendam os requisitos da sustentabilidade através de uma nova concepção de projeto.

6. METODOLOGIA DE ECODSIGN PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS

O desenvolvimento de produtos industriais é um processo de síntese que exige trabalho de grupos e equipes multidisciplinares no qual são simultaneamente consideradas as diversas características do produto como custo, desempenho, viabilidade de produção, segurança e consumo. Assim, este desenvolvimento de produtos progride continuamente segundo uma espiral de atividades - design, projeto, manufatura e decisões mercadológicas - em direção à comercialização fundamentada no trabalho inter e multidisciplinar em todas as fases desse processo fundamentalmente iterativo. A implementação deste tipo de abordagem tem permitido a muitas empresas reduzir substancialmente a duração do ciclo do produto e gerar economia de custos maximizando a qualidade e o desempenho dos produtos industriais.

A Metodologia de EcoDesign para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis proposta neste trabalho tem a finalidade de produzir mudanças relevantes de ordem ambiental, social e econômica onde os esforços sejam bem sucedidos. Assim, o Designer deverá assimilar uma nova maneira de projetar, segundo Santos (2001) baseada não somente no mercado, mas guiada por uma tríplice visão que reúne crescimento econômico, qualidade ambiental e igualdade social. A utilização de modelos metodológicos baseados nesta visão, exige um embasamento que vai muito além dos problemas ambientais causados pelo produto a ser projetado, sendo necessário pensar de forma holística, considerando as

questões éticas, sociais e ambientais envolvidas com o produto, além de identificar as melhores oportunidades de inovação.

Propõem-se aqui uma metodologia composta de 4 fases distintas: Fase da Proposta, Fase de Desenvolvimento, Fase de Detalhamento e Fase de Comunicação.

6.1. Fase da Proposta

A Fase de Proposta, por sua vez, é composta de etapas distintas que irão compor a identificação do cliente, a definição dos problemas em questão, as metas a serem atingidas durante a fase de detalhamento, as restrições que irão impedir de alguma maneira a plena satisfação das metas, cronogramas de execução, programas de trabalho e custos de projeto. A figura 37 mostra a inserção das variáveis ambientais na fase de Proposta da metodologia de EcoDesign.

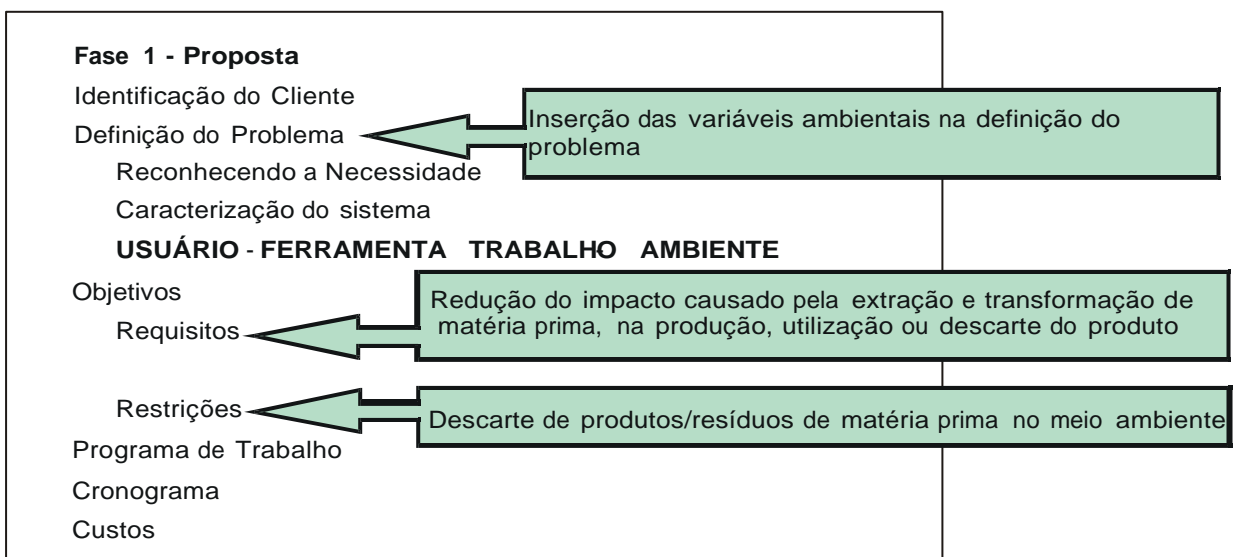


Figura 37 - Inserção das variáveis ambientais na fase de proposta.

A definição do problema é o reconhecimento das necessidades do usuário para a realização das tarefas que envolvem o desempenho do produto. Para tal, é relevante responder às seis perguntas básicas: O QUE é o problema/necessidade? QUEM tem o problema/necessidade? COMO ocorre o problema/necessidade? QUANDO ocorre o problema/necessidade? ONDE ocorre o problema/necessidade?

PORQUE ocorre o problema/necessidade? Estas questões básicas levam a realização de uma pré-pesquisa, ou seja, um levantamento inicial de dados. Em determinado contexto, eventualmente pode-se observar diversas tendências, que correspondem a uma ou mais necessidades, tendências estas que muitas vezes encontram-se em conflito e, conseqüentemente, não satisfazem as necessidades. Decorre daí a noção de PROBLEMA. O problema, (que é o ponto de partida para a projeção) resulta na não adequação entre um sistema e seu contexto ou meio ambiente imediato ou entre sistemas e subsistemas. Esta não-adequação, ou situação de desajuste, por sua vez, está relacionada ao fato de que determinadas necessidades não estão sendo satisfeitas. Ou seja, o sistema observado não está em equilíbrio. Existe uma lacuna entre o que o sistema é e aquilo que deve ser. Os investigadores do comportamento, tanto animal quanto humano, coincidem em interpretar um problema como uma situação de estimulação negativa, de privação, de conflito. Nesse caso está, por exemplo, uma situação onde um determinado organismo não dispõe de um comportamento imediato que reduza a privação ou ofereça uma saída de conflito.

Assim, deve-se considerar as reais necessidades dos usuários tanto no uso em si do produto em questão, como na montagem deste produto durante o processo de fabricação considerando os conceitos de Design Orientado a Montagem (Design for Assembly – DfA), como no momento da manutenção do produto, o Design Orientado a Manutenção (Design for Maintainness – DfM) aumentando a vida útil do produto e mesmo no descarte final, como o Design Orientado a Desmontagem (Design for Disassembly – DfD) para a separação dos materiais e subsistemas visando a reciclagem dos mesmos. Como isso, as necessidades do usuário vão além da simples utilização do produto passando pela reposição de peças e subsistemas e a desmontagem final para a reciclagem.

As metas são declarações que indicam alvos e ações a serem alcançados com o projeto, Assim, fatores ambientais devem ser incluídos como metas de um projeto de EcoDesign como a redução do impacto causado pela extração e transformação de matéria prima, o processo de produção e transformação, a utilização ou descarte do produto final.

As restrições do projeto são declarações que indicam limitações na projeção, fixando posições que devem ser mantidas e respeitadas. São variáveis não-controláveis relacionadas ao problema do projeto. Fatores ambientais são considerados nesta fase como o descarte do produto ao término de sua útil, o descarte de resíduos de matéria prima durante o processo de produção e o consumo de energia durante sua vida útil.

O Programa de Trabalho consiste em relacionar todos os itens e passos das atividades que comporão o projeto, desde a Proposta até a Implantação, incluindo materiais e métodos a serem utilizados em todo o processo como, por exemplo, aplicações de questionários e entrevistas e registros fotográficos.

A elaboração de um cronograma, por sua vez, irá determinar prazos para a execução dos passos do processo de projeção. Geralmente relaciona-se os principais tópicos do Programa de Trabalho e as datas de início e término de cada etapa., mesmo que as etapas corram paralelas.

6.2. Fase de Desenvolvimento - O Estado da Arte

Fase do desenvolvimento não é a fase da aplicação do estado da arte?

A Fase de Desenvolvimento é a fase analítica do processo de projeção, onde, ao invés de buscar soluções imediatas para os problemas descritos na fase anterior, faz-se uma análise da situação e de como os problemas e necessidades são solucionados atualmente. Esta fase é um levantamento do estado da arte onde utiliza-se recursos como registros fotográficos, vídeo tapes, entrevistas, enquetes, relatos, estudos, coletânea de artigos, publicações etc. a fim de tomar conhecimento dos pontos relevantes do projeto em questão, desde como são solucionados os problemas na situação existente até possíveis sistemas mecânicos, materiais, painéis de controle que possam ajudar na solução final.

Para tal, faz-se uma análise dos atuais processos produtivos e dos similares do problema em questão, sejam similares do produto sejam similares da função. Por similar do produto entende-se todos os produtos industriais ou artesanais existentes no mercado que têm as mesmas características, realizam as mesmas funções e,

principalmente, atendam em parte ou totalmente os requisitos listados na problematização. Por similares da função entende-se todos os produtos industriais ou artesanais existentes no mercado que atendam as mesmas funções não sendo necessariamente o mesmo produto. Esta análise consiste em decompor o similar em partes a fim de examinar cada uma delas em relação ao todo visando conhecer suas naturezas, funções, relações e etc. Esta análise de similares é composta de 8 (oito) etapas: análise histórica, análise estrutural, análise funcional, análise de uso, análise ergonômica, análise morfológica, análise de mercado e análise técnica, como mostra a figura 38.

Análise Histórica	Evolução cronológica do produto
Análise Estrutural	Com que componentes conta o produto ?
Análise de Funcionamento	Como funciona físico-tecnicamente o produto ?
Análise Ergonômica	Quem é o usuário, onde é utilizado o produto, o que o usuário pensa a respeito do produto e de sua utilização, que atividades o usuário realiza na tarefa, quais as posturas que assume? Adequação ótima entre produto e usuário quanto a limites e faixas aceitáveis para ruído, temperatura iluminação, fadiga, peso; aspectos de postura, manejo, visibilidade, compatibilidade, adequação na interface homem-máquina, aspectos psicológicos etc.
Análise Morfológica	Quais são as relações estético-formais existentes no produto ?
Análise de Mercado	Qual a demanda do produto, assim como sua forma peculiar de distribuição?
Análise Técnica	Quais materiais e processos foram utilizados para a fabricação do produto?

Figura 38 - Etapas da análise de similares.

A inserção das variáveis ambientais na fase de desenvolvimento é mostrada na figura 39. Nos processos produtivos dos atuais produtos similares, deve-se considerar não só os processos de fabricação, transformação, linha de montagem, aspectos administrativos e técnicos da manufatura, como também o consumo de água e energia; as origens da matéria prima; os tipos de resíduos gerados e o destino destes. Ainda nesta etapa do projeto, é na análise de similares que o método é reestruturado. Quando se analisa um similar, além de todos os aspectos estruturais, funcionais, ergonômicos, mercadológicos, propõem-se as inclusões dos aspectos ecológicos tais como: a análise do ciclo de vida, aspectos de montagem e

desmontagem, embalagem e transporte, reciclagem após o descarte, geração de resíduos durante a vida útil, processos de fabricação, matéria prima utilizada e suas fontes, energia gerada / gasta, tanto na fabricação como no uso do produto.

É nesta fase que dá-se a projeção do objeto em estudo através da síntese dos dados analisados. Deve-se especificar e detalhar a "concepção de design" efetuando-se consultas técnicas, dimensionando-se partes e subsistemas, indicando materiais e processos para a fabricação, realizando-se estudos ergonômicos, especificando-se acabamentos etc., assim como desenvolvendo-se aspectos de engenharia: cálculos, mecanismos, eletro-eletrônica, forças, cargas estáticas e dinâmicas, definindo estruturas, superfícies e detalhes de união dos subsistemas. Também é nesta fase que desenvolve-se desenhos técnicos para a fabricação e construí-se maquetes e protótipos.

A fase de detalhamento é composta de etapas distintas que geralmente ocorrem simultaneamente: síntese do estado da arte, geração de alternativas e detalhamento técnico da solução final. Síntese significa composição ou combinação de partes ou elementos para formar um todo. Na etapa da síntese, serão determinados os parâmetros projetuais para o novo produto baseados na análise de similares e na análise da situação existente e, assim, revistas as metas a serem atingidas. Na etapa de geração de alternativas deve-se usar a criatividade para tentar gerar soluções originais a partir dessa composição ou combinação de partes. Atuando assim o espírito inventivo inovador com que o Designer deve procurar se investir. Para tal, utiliza-se de técnicas de desbloqueio mental como o *Brainstorming*, o Método 635 e modelos tridimensionais. Na etapa de detalhamento técnico serão determinadas todas as especificações técnicas para a fabricação sejam desenhos como materiais e processos de produção.

Fase 2 - Desenvolvimento (o Estado da Arte)

Explicitação dos Processos Produtivos

- processos de fabricação e transformação
- linha de montagem
- aspectos administrativos e técnicos

Análise Histórica dos Similares

Análise Estrutural dos Similares

- número de componentes,
- sistemas de união,
- estrutura,
- quantidade e diversidade de componentes similares (DfA);
- matérias primas e suas fontes;
- ciclo de vida do produto e suas partes

Análise Funcional dos Similares

- mecanismo
- versatilidade
- resistência
- acabamento
- reciclagem de suas partes ou do produto todo após o descarte

Análise Ergonômica dos Similares

- praticidade,
- segurança,
- transporte,
- manutenção e reparo,
- antropometria,
- biomecânica,
- atividades da tarefa,
- cognição
- montagem e desmontagem durante o processo produtivo (DfA e DfD).

Análise Morfológica

- forma,
- estética,
- métodos de encaixe para desmontagem,
- embalagem do produto final,
- impacto ambiental causado após o descarte da embalagem.

Análise de Mercado

- propaganda,
- marketing,
- informações sobre gasto de consumíveis durante a vida útil.

Análise Técnica

- materiais
- processos de transformação e fabricação
- sistemas mecânicos / eletrônicos
- impacto ambiental dos materiais,
- impacto ambiental dos processos de transformação e fabricação,
- impacto ambiental dos sistemas mecânicos/eletrônicos

Análise dos Dados Levantados

Figura 39 - Inserção das variáveis ambientais na fase de desenvolvimento.

6.3. Fase de Detalhamento - Projeção

A figura 40 demonstra a inserção das variáveis ambientais na fase de detalhamento. Assim, ao se determinar os parâmetros projetuais, as Sete Ondas do EcoDesign (NdSM, 2001) são fundamentais para um desenvolvimento sustentável, no que tange a seleção de materiais que resultem em menor impacto ambiental; ao sistema de transporte e à embalagem; ao consumo de energia, água e materiais auxiliares tanto na produção como no uso do produto final; ao ciclo de vida do produto, a reutilização, o reprocessamento e a reciclagem de todo o produto ou parte dele. No detalhamento técnico das partes e peças, deve-se observar às variáveis de otimização da produção, onde se pode reduzir o consumo de energia, reaproveitar os subprodutos e conseqüentemente minimizar o resíduo gerado. As diretrizes e regras do Design Orientado a Montagem (DfA), também devem ser consideradas, pois procuram reduzir a quantidade, a diversidade de componentes, a redução de processos, a otimização no manuseio, e principalmente facilitar a montagem das peças e partes. Nas recomendações ergonômicas, deve-se pensar não somente no usuário final, mas também no usuário de "chão de fábrica" que atua no processo de produção, utilizando-se dos preceitos do Design Orientado a Montagem (DfA), do Design Orientado a Desmontagem (DfD) e do Design Orientado a Manutenção (DfM) que visa facilitar a reutilização de peças e componentes.

Durante todo o processo de projeção até a validação do protótipo, deve-se utilizar a Engenharia Simultânea, também conhecida como Engenharia Concorrente, que consiste na execução temporal nas diversas etapas de atividade *em paralelo*, por oposição ao modo convencional (seqüencial). Como característica básica de sua aplicação, a Engenharia Simultânea conduz à diminuição do tempo de desenvolvimento do produto, pois ao paralelismo temporal das atividades soma-se o fato da efetiva antecipação da detecção de problemas de projeto que somente ocorreriam muito tardiamente com o emprego da engenharia seqüencial, evitando-se a perda de tempo inerente a opções por alternativas que terminariam por revelarem-se inadequadas e implicando também na redução de custo de desenvolvimento. Portanto, deve-se ter a visão holística proposta pelo EcoDesign, onde os três aspectos: economicamente viável, manutenção do meio ambiente e responsabilidade social, têm o mesmo peso para um desenvolvimento sustentável, o

que leva, por fim, a um Design Orientado ao Meio Ambiente (DfE), pois no momento em que conhecemos os problemas ambientais e suas causas, passamos a influir na concepção, escolha dos materiais, fabricação, uso, reuso, reciclagem e disposição final do produto, no que for tecnicamente possível e ecologicamente necessário.

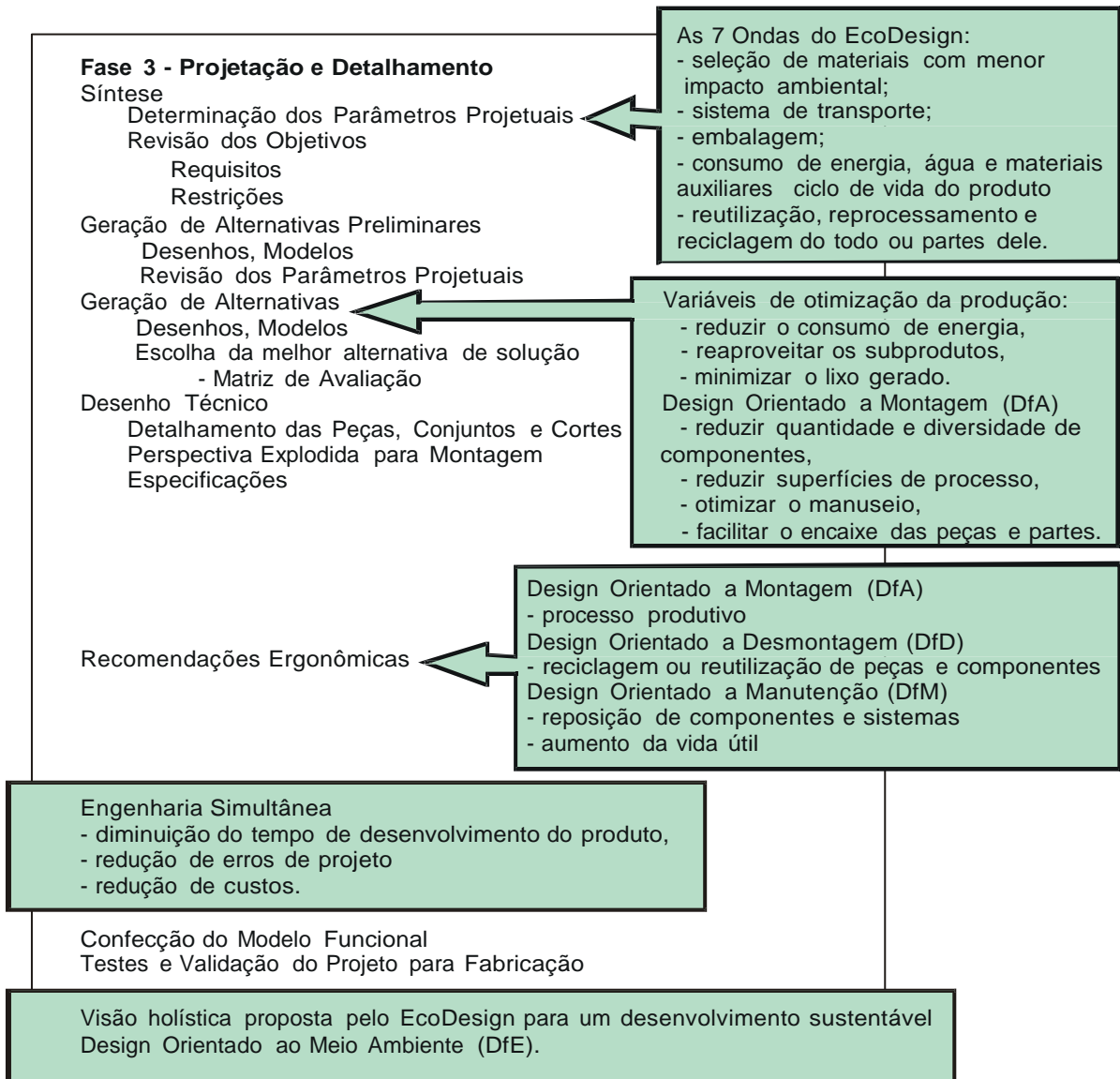


Figura 40 - Inserção das variáveis ambientais na fase de detalhamento.

6.4. Fase de Comunicação

A fase de comunicação é a fase de compilação dos dados, onde são organizados relatórios e suportes visuais. É considerada uma fase distinta devido a complexidade e importância para futuros projetos.

Ao apresentar esta metodologia, chega-se a conclusão que tais procedimentos são importantíssimos para o desenvolvimento de novos produtos. Sabe-se que o investimento em pesquisa tem um custo elevado para as empresas que as desenvolvem, principalmente em empresas de ponta que são pioneiras em seus lançamentos e tem de minimizar o risco de investir em um produto que poderá ter um retorno abaixo do esperado. Com isso, a escolha da metodologia ideal para cada situação deve ser definida antes do estudo de viabilidade do projeto. Deve-se ter em mente qual o objetivo ou a meta a ser alcançada e uma previsão de investimento que será aplicado. A empresa pode dar ênfase ao EcoDesign e, para tanto, deve empregar uma metodologia que avalie esse conceito desde a criação até a reciclagem e o descarte final do produto ou de suas partes.

Segundo KINDLEIN JUNIOR (2002), o EcoDesign tende a minimizar o impacto ambiental, reduzir custos de produção e possibilitar as empresas um diferencial competitivo dentro de um mercado que a cada dia dá maior ênfase ao desenvolvimento sustentável, assumindo assim um papel fundamental no contexto mundial visto que a capacidade de se extrair matérias primas da natureza vem se esgotando em um ritmo acelerado. Assim, a utilização de técnicas de desenvolvimento de produtos deve conter em sua base itens que possibilitem a geração de produtos com vistas ao EcoDesign garantindo, então, o mínimo de impacto ambiental. Essa base da materialização do conceito de desenvolvimento sustentável está na passagem gradual e a longo prazo das atuais estruturas lineares de projeção e produção mais cíclicas e que assentam às estratégias de EcoDesign e produção mais limpa.

Apropriar-se neste momento de mobilidade das empresas pelo intuito de realizar a nova manufatura de uma maneira ecologicamente consciente é uma estratégia inteligente, pois não é necessário iniciar a motivação da empresa e, sim, aproveitar o momento em que a técnica do EcoDesign propõe uma nova estratégia para o desenvolvimento de produtos, associando o sistema de gestão ambiental aos materiais e processos de fabricação. Porém, o conceito de EcoDesign é muito mais que uma simples variável de projeto. Devido a influência do Design no nascimento e desenvolvimento do produto, faz-se necessário que esta atividade tenha responsabilidade social e ambiental com o surgimento de novos produtos e o

desenvolvimento sustentável.

Os profissionais de Design assim como os empresários devem ser os principais condutores da mudança em curso e da quebra de paradigma de extração de recursos naturais para outro mais evoluído e sustentáveis. Essa mudança dos paradigmas deve ocorrer tanto nos processos de produção como nos produtos finais, não se restringindo apenas ao cumprimento das leis, mas, aproveitando os benefícios e oportunidades que a proteção ambiental pode proporcionar através da colaboração de empresas e, conseqüentemente, do crescimento da produção de produtos ecologicamente eficientes através da aplicação do EcoDesign, o que certamente trará benefícios e oportunidades às empresas. É dentro desse contexto, que o EcoDesign deve ser assumido como um desafio que as empresas, mais cedo ou mais tarde, terão de assumir e, para o qual, deverão preparar-se desde logo.

7. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA - ESTUDO DE CASO DA BOMBA DE AR PARA AQUÁRIOS

A fim de comprovar a aplicação da metodologia apresentada no capítulo anterior, apresenta-se aqui o estudo de caso da bomba de ar para aquários com o objetivo de avaliar a aplicação das orientações e ferramentas propostas a fim de possibilitar a aplicação dos 3R's (reduzir, reutilizar e reciclar) possibilitando assim redução do impacto ambiental do produto em questão. O problema do projeto constitui-se na redução do impacto ambiental após a vida útil de uma bomba de ar para aquários aplicando a metodologia de EcoDesign. Em linhas gerais, este problema pode ser declarado como: diminuição do impacto ambiental do ciclo de vida de uma bomba de ar para aquário. A partir da definição do problema, pode-se traçar requisitos do projeto como: redução de componentes para montagem e desmontagem (DfA e DfD); redução dos subsistemas de união; redução da diversidade de matéria prima envolvida na confecção dos subsistemas; otimização dos sistemas de união visando a desmontagem.

Assim, no levantamento do estado da arte, a análise de similares do produto proporciona o levantamento do funcionamento de uma bomba de ar para aquários, como mostram as figuras 41 e 42.



Figura 41 - Bomba de ar modelo Aqualife.



Figura 42 - Bomba de ar modelo Trackball.

Foi observado nos similares que o sistema de bombeamento de ar é todo fixado na base superior no caso das bombas Hobby 14 (figura 43) e Aqualife 200 (figura 44) e na base inferior no caso da bomba modelo Trackball (figura 45). Em todas as bombas analisadas, o sistema de bombeamento de ar é composto de um conjunto geral coletor de ar, um braço vibrador e uma bobina geradora do campo de elétrico-magnético para vibração do braço da sanfona. O conjunto geral de coletor de ar por sua vez é composto de um compartimento de admissão de ar, de uma câmara coletora de ar, de uma câmara separadora de entrada e saída de ar e de membranas de entrada e saída de ar. O braço vibrador, por sua vez, é composto de um imã e de uma sanfona.

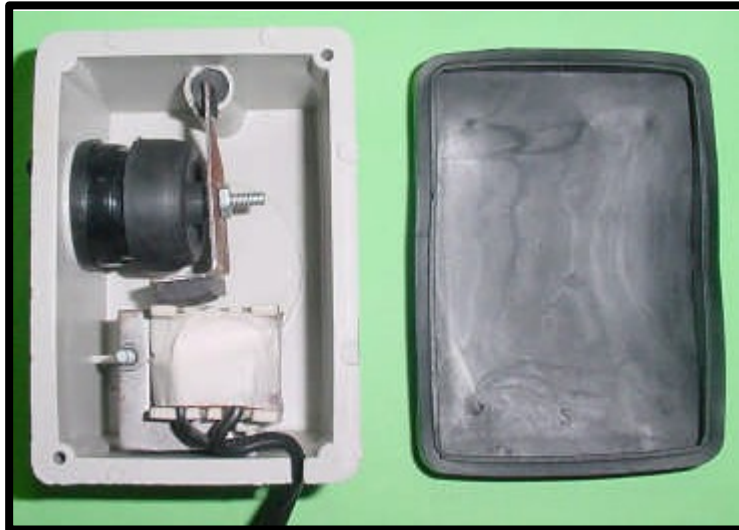


Figura 43 - Vista interna da bomba de ar modelo Hobby 14.

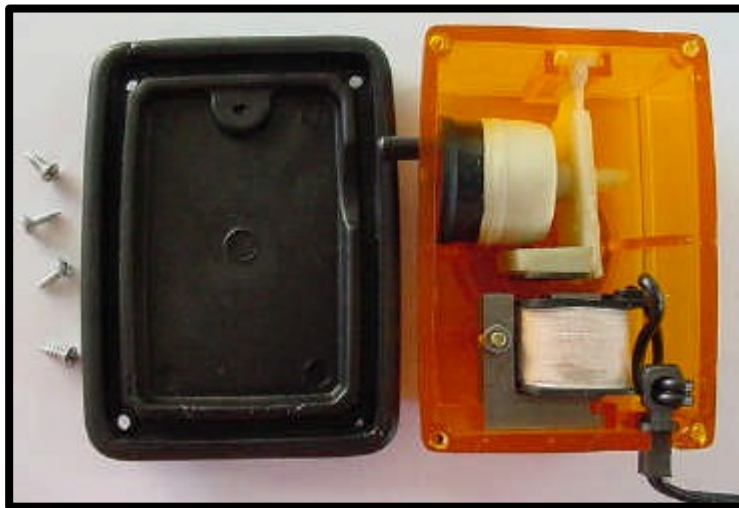


Figura 44 - Vista interna da bomba de ar modelo Aqualife 200.



Figura 45 - Vista interna da bomba de ar modelo Trackball.

A figura 46 mostra os componentes internos da bomba de ar. A câmara de admissão e escape de ar (1) do conjunto coletor de ar é responsável pela captação do ar externo e sua transmissão para dentro do aquário, sendo composto de compartimento coletor, distribuidor e membranas de controle de entrada e saída de ar. O braço do conjunto vibrador (2) é responsável pela transmissão do movimento gerado no campo de força da bobina para a sanfona de geração de fluxo de ar. A bobina elétrica (3) é responsável pela geração do campo eletromagnético que atua como gerador do movimento do braço vibrador. Ao ligar o compressor, a bobina gera um fluxo magnético fazendo com que o braço vibratório transmita energia mecânica para a sanfona de geração do fluxo de ar. Esta, por sua vez, em um movimento de vai e vem, abre a membrana coletora de ar e ao mesmo tempo fecha a membrana de saída, forçando o ar captado para dentro do aquário.

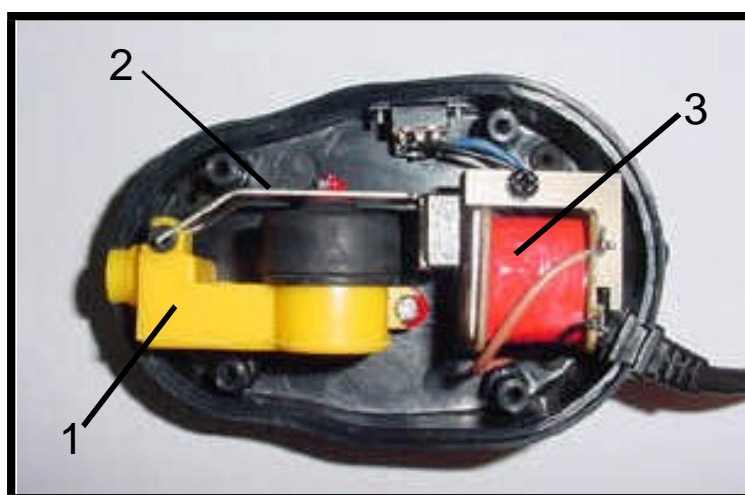


Figura 46 - Mecanismo da bomba de ar modelo Trackball.

Durante o desmonte dos similares existentes no mercado das bombas de ar, notou-se a grande quantidade e diversidade de parafusos assim como alguns subsistemas utilizando a cola como união das partes o que impossibilita a desmontagem. Também observou-se a quantidade de componentes visto que o conjunto coletor de ar utiliza duas membranas sendo uma para a entrada de ar e a outra para a saída do ar, assim como exagerada espessura das paredes da caixa externas das bombas acarretando desperdício de matéria prima.

Assim, projetou-se a nova bomba de ar para aquários utilizando-se das ferramentas propostas na metodologia de EcoDesign, como mostra a figura 47.



Figura 47 - Bomba de ar para aquário projetada segundo a metodologia de EcoDesign.

A nova bomba de ar é toda confeccionada do mesmo material polimérico, no caso do protótipo aqui apresentado, em poliamida com exceção do ímã e da bobina elétrica o que facilita a reciclagem dos subsistemas. Suas paredes são devidamente dimensionadas otimizando assim a quantidade de matéria prima utilizada. Dispensa o uso de parafusos e colas como subsistemas de fixação pois utiliza encaixes facilitando assim a manutenção bem como a desmontagem do conjunto. Foram reduzidos os componentes tanto que no conjunto coletor de ar há só uma membrana que realiza o controle de entrada e saída de ar para dentro do aquário. A figura 48 mostra a vista interna do protótipo da bomba de ar proposta as vistas da metodologia de EcoDesign.

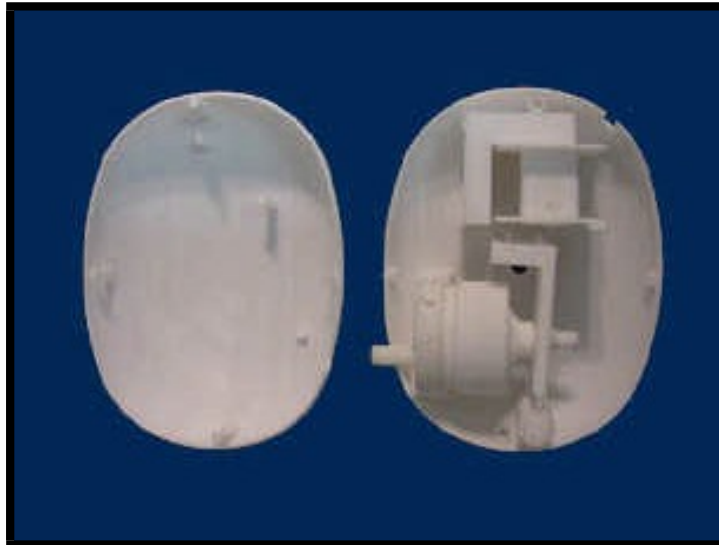


Figura 48 - Vista interna da bomba de ar proposta segundo a metodologia de EcoDesign.

Ao apresentar este estudo de caso, chega-se a conclusão que tais procedimentos são importantíssimos para o desenvolvimento de novos produtos. A bomba de ar para aquários, mesmo em fase de protótipo, tende a minimizar o impacto ambiental uma vez que utiliza os conceitos de sustentabilidade: os 3R's - reduzir matéria prima e componentes, reusar subsistemas facilitando a desmontagem e manutenção através de encaixes e reciclar as partes visto que faz uso do mesmo material polimérico.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Apropriar-se neste momento de mobilidade das empresas pelo intuito de realizar a nova manufatura de uma maneira ecologicamente consciente é uma estratégia inteligente, pois não é necessário iniciar a motivação da empresa e, sim, aproveitar o momento em que a técnica do EcoDesign propõe uma nova estratégia para o desenvolvimento de produtos, associando o sistema de gestão ambiental aos materiais e processos de fabricação. Porém, o conceito de EcoDesign é muito mais que uma simples variável de projeto. Devido a influência do Design no nascimento e desenvolvimento do produto, faz-se necessário que esta atividade tenha responsabilidade social e ambiental com o surgimento de novos produtos e o desenvolvimento sustentável.

Os profissionais de Design assim como os empresários devem ser os principais condutores da mudança em curso e da quebra de paradigma de extração de recursos naturais para outro mais evoluído e sustentável. Essa mudança dos paradigmas deve ocorrer tanto nos processos de produção como nos produtos finais, não se restringindo apenas ao cumprimento das leis, mas, aproveitando os benefícios e oportunidades que a proteção ambiental pode proporcionar através da colaboração de empresas e, conseqüentemente, do crescimento da produção de produtos ecologicamente eficientes através da aplicação do EcoDesign, o que certamente trará benefícios e oportunidades às empresas. É dentro desse contexto, que o EcoDesign deve ser assumido como um desafio que as empresas, mais cedo ou mais tarde, terão de assumir e, para o qual, deverão preparar-se desde logo.

A hipótese de que as atuais metodologias mais utilizadas não contemplam os

conceitos do desenvolvimento sustentável foi comprovada uma vez que a diversidade de produtos industriais observados nos centros de triagem, ferros-velhos e aterro sanitário visitados mostra a falta de inclusão das variáveis ambientais no processo de projeção destes produtos gerando inúmeros problemas para a reutilização, remanufatura e reciclagem ao final da vida útil.

A proposta de metodologia de EcoDesign aqui apresentada mostra como tais procedimentos são importantíssimos para o desenvolvimento de novos produtos. Sabe-se que o investimento em pesquisa tem um custo elevado para as empresas que as desenvolvem, principalmente em empresas de ponta que são pioneiras em seus lançamentos e tem de minimizar o risco de investir em um produto que poderá ter um retorno abaixo do esperado. Com isso, a escolha da metodologia ideal para cada situação deve ser definida antes do estudo de viabilidade do projeto. Deve-se ter em mente qual o objetivo ou a meta a ser alcançada e uma previsão de investimento que será aplicado. A empresa pode dar ênfase ao EcoDesign e, para tanto, deve empregar uma metodologia que avalie esse conceito desde a criação até a reciclagem e o descarte final do produto ou de suas partes.

Apropriar-se neste momento de mobilidade das empresas pelo intuito de realizar a nova manufatura de uma maneira ecologicamente consciente é uma estratégia inteligente, pois não é necessário iniciar a motivação da empresa e, sim, aproveitar o momento em que a técnica do EcoDesign propõe uma nova estratégia para o desenvolvimento de produtos, associando o sistema de gestão ambiental aos materiais e processos de fabricação. Porém, o conceito de EcoDesign é muito mais que uma simples variável de projeto. Devido a influência do Design no nascimento e desenvolvimento do produto, faz-se necessário que esta atividade tenha responsabilidade social e ambiental com o surgimento de novos produtos e o desenvolvimento sustentável.

Os profissionais de Design assim como os empresários devem ser os principais condutores da mudança em curso e da quebra de paradigma de extração de recursos naturais para outro mais evoluído e sustentáveis. Essa mudança dos paradigmas deve ocorrer tanto nos processos de produção como nos produtos finais, não se restringindo apenas ao cumprimento das leis, mas, aproveitando os

benefícios e oportunidades que a proteção ambiental pode proporcionar através da colaboração de empresas e, conseqüentemente, do crescimento da produção de produtos ecologicamente eficientes através da aplicação do EcoDesign, o que certamente trará benefícios e oportunidades à empresa. É dentro desse contexto, que o EcoDesign deve ser assumido como um desafio que as empresas, mais cedo ou mais tarde, terão de assumir e, para o qual, deverão preparar-se desde logo.

A manutenção da vida só será possível com uma matriz industrial responsável, onde todos os envolvidos no processo terão obrigações com a sustentabilidade. Para tanto, esta iniciativa de implementação de uma visão macro do EcoDesign é justamente uma tentativa de colaborar com o crescimento de uma cultura que visa o desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a metodologia apresentada é uma ferramenta de auxílio na implementação das técnicas do EcoDesign.

Fica como sugestão para outros trabalhos a aplicação da Metodologia porposta e a determinação de diretrizes para o desenvolvimento de produtos industriais sustentáveis minimizando o impacto ambiental seja através da redução de matéria prima e de componentes e subsistemas, seja pela reutilização do todo ou de partes através da adoção de políticas de manutenção ou seja pela reciclagem do todo ou de partes através da otimização da desmontagem dos subsistemas dos produtos industriais.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVITZ, José; REBELLO, Luiza H. B. – **Metodologia do Projeto** – Rio de Janeiro, UniverCidade / NPD, apostila de aula, 2002.

ANNES, Jaqueline - **Desenvolvimento de uma Metodologia de manufatura Consciente para Micro, Pequenas e Médias Empresas Industriais** - Porto Alegre, Dissertação submetida à Universidade Federal do Rio Grande do Sul para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas pelo PPGEM, 2003.

BACK, Nelson – **Metodologia de Projetos de Produtos Industriais** – Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Dois, 1983.

BACK, Nelson; CARVALHO, Marco Aurélio de - **Uso dos Conceitos Fundamentais da TRIZ e do Método dos Princípios Inventivos no Desenvolvimento de Produtos** - Florianópolis, Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, setembro de 2001.

BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A- **Mapping the Green Product Development Field: Engineering, Policy and Business Perspectives** - Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production 10. Elsevier Science Ltd, 2002.

BAXTER, Mike - **Projeto de Produto - Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos** - São Paulo, Editora Edgar Blücher, 1998

BITENCOURT, Antônio Carlos P. – **Desenvolvimento de uma Metodologia de Reprojeto de Produto para o Meio Ambiente** – Florianópolis, Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, 2001.

BOMFIM, Gustavo Amarante – **Metodologia para o Desenvolvimento de Projetos** – João Pessoa, Editora Universitária/UFPB, 1995.

BONSIEPE, Guy (coordenador) – **Metodologia Experimental: Desenho Industrial** – Brasília, CNPq / Coordenação Editorial, 1984.

CHARTER, Martin - **Sustainable Value** - Grã-Bretanha, The Journal of Sustainable Product Design, julho de 1998.

CHARTER, Martin; BELMANE, Inga - **Integrated Product Policy (IPP) and Eco-Product Development (EPD)** - Grã-Bretanha, The Journal of Sustainable Product Design, julho de 1999.

DAHLSTRÖM, Henrik - **Company-Specific Guidelines** - Grã-Bretanha, The Journal of Sustainable Product Design, janeiro de 1999.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, Editora Atlas, 1998.

KAMINSKI, Paulo C. – **Desenvolvendo Produtos: Planejamento, Criatividade e qualidade** – Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Ed., 2000.

KINDLEIN JUNIOR, Wilson; PLATCHECK, Elizabeth Regina; PEREIRA, Carlos A; SILVA, Everton Amaral - **Proposta de Implementação do Ecodesign na Incubadora Tecnológica de Design de Produto (Cientec/Ndsm)** - Brasília, Anais do 1º Congresso Internacional de Pesquisa em Design e 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design - P&D 2002, outubro de 2002.

KINDLEIN JUNIOR, Wilson; PLATCHECK, Elizabeth Regina; CÂNDIDO, Luiz Henrique Alves - **Analogia entre as Metodologias de Desenvolvimento de Produtos Atuais. Incluindo a Proposta de uma Metodologia com Ênfase no EcoDesign** - Anais do 2º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Rio de Janeiro, outubro de 2003.

KROES, Peter - **Design Methodology and the Nature of Technical Artefacts** - Grã Bretanha, Technovation Vol. 14 No. 6. Elsevier Science Ltd, 2002.

LIPIETZ, Alain - **Será Impossível um Desenvolvimento Ecologicamente Viável?** 1999.

MANU, Alexander - **O Design como Integração** - Florianópolis, Anais do Fórum ICSID Design Mercosul, LBDI, 1995.

MANZINI, Enzo; VEZZOLI, Calos - **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis** - São Paulo, EDUSP, 2002.

MASERA, Diego - **Sustainable Product Development: A Key Factor for Small Enterprise Development - The Case of Furniture Production in the Purépecha Region, México** - Grã-Bretanha, The Journal of Sustainable Product Design, janeiro de 1999.

MEDINA, Heloisa V. de - **Eco-Design na indústria Automobilística: O Conceito de Carro Urbano** - Anais do 2º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Rio de Janeiro, outubro de 2003.

MORAES, Anamaria; SOARES, Marcelo – **Ergonomia no Brasil e no Mundo: um quadro, uma fotografia** – Rio de Janeiro, Universita/ABERGO, 1989.

MORAES, Anamaria; MONT'ALVÃO, Cláudia – **Ergonomia: Conceitos e Aplicações** – Rio de Janeiro, 2AB, 1998.

NORMAN, Donald – **The Design of Everyday Things** – New York, Doubleday, 1990.

PENEDA, Constança; FRAZÃO, Rui - **EcoDesign no Desenvolvimento de Produtos** - Portugal, INET/ITA, 1995.

RAMOS, Jaime - **Alternativa para o Projeto Ecológico de Produtos** - Florianópolis, Tese de doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

RIGHI, Carlos A Ramirez - **Sobre os Métodos de Design** - Florianópolis, setembro de 1990.

ROOZEMBURG, Norbert; EEKELS, Nigel – **Product Design: Fundamentals and Methods** – West Sussex, UK, Wiley, 1996.

ROY, Robin - **The Evolution of Ecodesign** - Grã Bretanha, Design Studies Vol 23 No. 3 Maio 2002

SANTOS, Petras A - **Sistema Tostador de Pães** - Canoas, Monografia de conclusão curso Design / ULBRA, 1998.

SANTOS, Petras A. – **Inovação Sustentável: o EcoDesign Aplicado ao Design de Novos Produtos** - Porto Alegre, Monografia apresentada ao Curso de especialização em Agentes de Inovação Tecnológica UCS, 2001.

SILVA, Everton A - **A Seleção dos Materiais na Inovação do Desenvolvimento de Novos Produtos** - Porto Alegre, Monografia apresentada ao Curso de especialização em Agentes de Inovação Tecnológica UCS, 2001.

TISCHNER, Ursula - **Sustainability by Design: New Targets and New Tools for Designers** - Grã-Bretanha, The Journal of Sustainable Product Design, outubro de 1997.

TURRA, Dilce T. - **Estudo das Diretrizes para a reciclagem de materiais e produtos como subsídio à aplicação do EcoDesign** - Canoas, Monografia de conclusão do curso de especialização em Gerenciamento Ambiental, ULBRA, 2002

WEENEN, J. C. van - **Towards Sustainable Product Development** - Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production Vol. 3 No. 12. Elsevier Science Ltd, 1995.

WILLIAMS, Jonathan; MORRISON, Calum - **A Design Tool for Eco-Efficient Products** - Grã-Bretanha, The Journal of Sustainable Product Design, outubro de 1997.

10. ANEXOS

Trabalhos Publicados no Escopo desta Dissertação

KINDLEIN JUNIOR, Wilson; PLATCHECK, Elizabeth Regina; PEREIRA, Carlos A; SILVA, Everton Amaral - **PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO ECODESIGN NA INCUBADORA TECNOLÓGICA DE DESIGN DE PRODUTO (CIENTEC/NdSM)** - Anais do 1º Congresso Internacional de Pesquisa em Design e 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design - P&D 2002, Brasília, outubro de 2002, ISBN 85-89289-01-X.

KINDLEIN JUNIOR, Wilson; PLATCHECK, Elizabeth Regina; CÂNDIDO, Luiz Henrique Alves - **ANALOGIA ENTRE AS METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ATUAIS, INCLUINDO A PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA COM ENFASE NO ECODESIGN** - Anais do 2º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Rio de Janeiro, outubro de 2003.

**Proposta de Implementação do Ecodesign na Incubadora Tecnológica de Design de Produto
(CIENTEC/NdSM)**
***Proposal of Implementation of the Ecodesign in the Technological Incubator of Product Design
(CIENTEC/NdSM)***

Wilson Kindlein Júnior

*Doutor em Engenharia Prof. do Departamento de Materiais – Escola de Engenharia - NdSM
Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

Carlos A. Pereira

Tecnólogo em Calçados - Bolsista DTI CNPq - CIENTEC/NdSM/UFRGS

Everton Amaral da Silva

Designer - Bolsista DTI CNPq - CIENTEC/NdSM/UFRGS

Elizabeth Regina Platcheck

*Mestranda em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas – Ecodesign – PPGEM – UFRGS (Designer)
Professora do Centro Universitário FEEVALE*

“Palavras-chave”: Ecodesign, Metodologia, Incubadora de Produto.

Neste trabalho é apresentada uma proposta de implementação de uma Metodologia de Ecodesign na Incubadora Tecnológica de Design de Produto - IT Design da Fundação de Ciência e Tecnologia - CIENTEC em parceria com Núcleo de Design e Seleção de Materiais - NdSM - UFRGS. Esta iniciativa propõe suporte aos incubados, com o objetivo de adequação do projeto de produto visando a sustentabilidade.

“Keywords”: Ecodesign, Methodology, Incubator of product.

In this work it is presented a proposal of implementation of a Methodology of Ecodesign in the Technological Incubator of Product Design - IT Design of the Foundation of Science and Technology - CIENTEC in partnership with Core of Design and Materials Selection - NdSM - UFRGS. This initiative considers bed to the incubators ones, with the objective of adequacy of the product design aiming at the sustainability.

Introdução

Atualmente é inadmissível a indiferença com os danos causados ao meio ambiente. O passado é testemunha, o presente é cúmplice e o futuro pode ser a vítima do descaso com a excelência da vida, a natureza. É um equívoco imaginar que a natureza possa entrar em desequilíbrio. Isto é utopia! Pois ela sempre busca o equilíbrio através do gerenciamento dos eventos climáticos. Na verdade é a espécie humana que está em desequilíbrio. A natureza responde às agressões com chuvas, secas, nevascas, furacões, erupções, terremotos etc. Mudar este quadro não é mais questão de consciência, e sim de sobrevivência. O modelo de desenvolvimento da era industrial, gerado pelo consumo desenfreado, está passando por profundos questionamentos. O futuro exige nova postura com a questão ambiental. Atualmente esta postura está teoricamente presente em todos os níveis da sociedade, do projetista ao consumidor. Neste contexto, no processo de recuperação e manutenção do meio ambiente (natural e artificial) encontra-se o designer, portador de fundamental responsabilidade perante a sociedade. Este Profissional de Projetação passa por desafios singulares na aplicação de um conjunto de princípios ambientais no projeto de produto. A ética projetual passa obrigatoriamente pela ética ambiental e a preocupação com a natureza deixou de ser apologia ao modismo para tornar-se exigência de sustentabilidade. Sendo assim, o produto não deve satisfazer somente as necessidades do usuário, mas também do meio ambiente.

Efetivar esta sustentabilidade é o primeiro passo na direção do futuro com melhor qualidade de vida. E o Ecodesign, como técnica de projeto de produto é uma das possibilidades norteadoras deste empreendimento. Ecodesign ou Design For Environment (DfE – Design para o meio ambiente), pode ser definido como: “Uma visão holística em que a partir do momento que conhecemos os problemas ambientais e suas causas, passamos a influir na concepção, escolha de materiais, fabricação, uso, reuso, reciclagem e disposição final dos produtos industriais”, (NdSM 2001 – UFRGS).

O objetivo desta prática projetual visa satisfazer as necessidades da sociedade de consumo, com um produto diferenciado e competitivo pelas considerações necessárias ao meio ambiente. E justifica-se pela ampla abordagem à trilogia ambiente/indústria/usuário.

A interação da Inovação Tecnológica e do Design são catalisadores da sustentabilidade, proporcionando equilíbrio entre produção industrial e meio ambiente, conforme ilustra a figura 1.

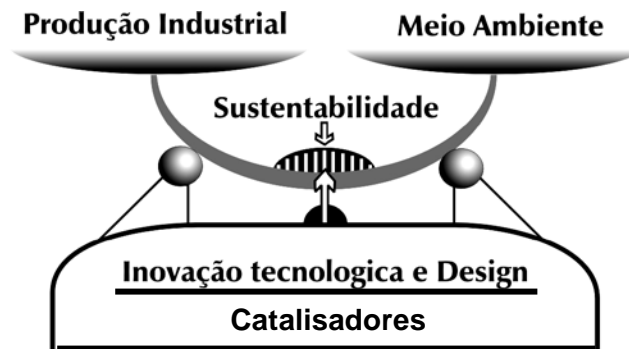


Figura.1 – Balança da sustentabilidade.

Mais que uma simples técnica aplicada ao projeto de produto, o Ecodesign é uma estratégia empresarial que confere personalidade de caráter ambiental às organizações industriais. Essa personificação sugere a integração dos vários setores da indústria, equipe multidisciplinar, onde a decisão de aplicar a técnica é da cúpula administrativa através da incorporação do fator ambiental nos valores objetivados. Os setores de Design e Engenharia são detentores dos maiores desafios na procura de critérios de avaliação e análise para posterior desenvolvimento de metodologia de projeto de produto ecologicamente responsável. Bem gerenciada essa decisão determina o êxito do empreendimento, tornando os atuais produtos, que tem características geradoras de grande impacto ambiental, em Ecoprodutos, manufaturados no sistema de produção limpa diminuindo assim os danos ao meio ambiente.

A importância do Ecodesign na Atividade Projetual.

O Ecodesign na atividade projetual visa incorporar a variável ambiental na concepção dos produtos, isto é, o meio ambiente externo e interno são considerados com mesmo grau de importância para objetivos e oportunidades como a eficiência, estética, custo, ergonomia – passando de fator de constrangimento à valor agregado. Como estratégia de Design, a técnica aplicada tem etapas determinantes:

Etapa 1: O novo conceito de desenvolvimento

A adoção desta estratégia depende da administração da Organização. A Organização é responsável pela conformidade do projeto de produto às necessidades de materiais, legislação, processos, mercado, cliente e meio ambiente.

Etapa 2 : Seleção de materiais de baixo impacto.

O Designer deve ter grande conhecimento de materiais e suas aplicações. A seleção de materiais não apropriados faz a diferença e pode determinar o fracasso do produto. Devem ser selecionados materiais que causem o menor impacto possível no meio ambiente. A efetividade da técnica do Ecodesign, pelo conceito da *United Nations Environment Programme – Industry and Environment (UNEP)*, depende em grande parte do ciclo de vida do produto. Se este ciclo for bem avaliado e analisado com considerações importantes, como o produto será recolhido, reciclado e reutilizado, ele terá garantido seu lugar no mercado. Os materiais selecionados devem ser renováveis, reciclados, ter baixo conteúdo energético, recicláveis, etc. Deve-se valorizar o uso de recursos renováveis ou materiais reciclados pois estas práticas reduzem energia e resíduos. Na reciclagem de alumínio por exemplo: para cada tonelada de alumínio reciclado evita-se a extração de 4 toneladas de bauxita, usa-se 95% menos energia que na extração da matéria-prima virgem e além disso a reciclagem é 95% menos poluente para o ar e 97% menos poluente para a água.

Etapa 3 : Redução do uso de materiais

O Designer deve fazer uma análise estrutural do produto ou similares com o objetivo de reduzir o uso de materiais. Isto não significa somente redução do volume do produto, mas também da quantidade de diferentes materiais empregados na produção.

Etapa 4 : Otimização das técnicas de produção

Nesta etapa procura-se reduzir as fases do processo produtivo, reduzir o consumo de energia, reduzir quebra na produção (erro zero); prefere-se o uso de energia limpa, o uso de técnicas alternativas e seleção de processos que resultem em menor impacto ao ambiente.

Duas variáveis são importantes nesta fase: energia utilizada e quantidade de lixo gerado. Neste estágio é importante que as ações não sejam focadas apenas em tratamento de resíduos. Ao contrário das indústrias, a EPA (*Environmental Protection Agency*) define uma hierarquia em que primeiro se pensa em reciclar e reutilizar e como último recurso o tratamento e disposição dos resíduos. Durante todo o processo de projeção até a validação do protótipo, deve-se utilizar a Engenharia Simultânea, também conhecida como Engenharia Concorrente, que consiste na execução temporal nas diversas etapas de atividade em paralelo, por oposição ao modo convencional (seqüencial). Como característica básica de sua aplicação, a Engenharia Simultânea conduz à diminuição do tempo de desenvolvimento do produto, pois ao paralelismo temporal das atividades soma-se o fato da efetiva antecipação da detecção de problemas de projeto que somente ocorreriam muito tardiamente com o emprego da engenharia seqüencial, evitando-se a perda de tempo inerente à opções por alternativas que terminariam por revelarem-se inadequadas. Em adendo, evidentemente, a diminuição do tempo de desenvolvimento do produto implica também a redução de seu custo de desenvolvimento.

Atualmente o *Design for Assembly* – DfA (Design para Montagem), técnica que visa facilitar o processo de montagem vem sendo uma ótima opção pois reduz o número de peças dos produtos, evita o retrabalho, diminui o índice de peças defeituosas, além de economizar tempo e energia nos processos produtivos. O Design para Montagem tem como objetivo reduzir componentes, desenvolver produtos modulados para otimizar a seqüência de montagem, facilitar encaixes, eliminar fixadores, etc...

Etapa 5: Sistema de distribuição eficiente



Na projeção do produto, é importante o conhecimento das técnicas de logística específicas para o mesmo. Isto se relaciona à embalagem, transporte, distribuição, estocagem e disposição no ponto de venda no de alternativas de materiais usados nas embalagens. O transporte é responsável pelo consumo de combustível fóssil e emissões gasosas. Se o transporte das mercadorias é eficiente, a energia e a poluição podem ser reduzidas drasticamente. No exemplo da figura 2, podemos constatar que uma simples mudança no Design da borda do vaso tem grande consequência na relação volume versus número de peças para transporte e armazenamento.

Figura 2. Exemplo de simplicidade na solução promovido pelo Design. (BAXTER - 2000)

Etapa 6: Redução do impacto ambiental no nível do usuário

Dentro do ciclo de vida do produto o maior impacto ambiental ocorre no nível do usuário, durante a fase de uso e pós-uso. Para garantir a adequação nesta etapa do ciclo de vida seria necessário assegurar o baixo consumo energético, evitar desperdícios através do Design e utilizar insumos limpos. No uso do produto, o projeto deve prever redução no consumo de energia, água ou materiais auxiliares.

Etapa 7: Otimização do tempo de vida do produto

O produto deve ser projetado objetivando uma vida útil mais adequada ao tempo de uso, maior confiabilidade, maior facilidade de manutenção e reparo, design mais clássico, portanto, menos suscetível a modismos instáveis o que acarreta um descarte prematuro. O *Design for Service* (DfS), tem como preocupação os serviços de manutenção durante a vida útil do produto e seu recondiçãoamento. Reduz a

demanda pela substituição do produto, pois prolonga o período de sua utilização. Este fato contradiz as perspectivas de lucros empresariais imediatos, porém por outro lado busca satisfazer emergentes demandas do mercado em termos de crescentes restrições de caráter ecológico e ainda permite que exista o fornecimento de um serviço juntamente com a venda do produto o que garante um aumento de valor agregado no produto comercializado.

Etapa 8: Otimização do sistema de fim de vida

Projetar prevendo a reutilização, reprocessamento e reciclagem do todo ou das partes. Facilitar a desmontagem identificando os materiais para separação visando otimizar a coleta. A fase de reuso ocorre de duas formas. Incidental: através de doações, aluguel de equipamentos e usos alternativos à proposta inicial, ou Intencional: retorno do produto à manufatura para ser reutilizado em sua função original através do desmonte. Os perigos do excesso de lixo sólido tornam o fim da vida útil uma etapa importante na Análise do Ciclo de Vida (ACV) do produto. O esforço da sustentabilidade é para que cada vez mais os produtos sejam reutilizados, pois ao mesmo tempo que não geram detritos, evitam a extração de recursos naturais.

Obter materiais ou componentes aptos a serem reciclados e fazer esta recuperação com a menor degradação possível é tônica nesta fase. Isto significa dizer: evitar que sejam perdidas a utilidade e energia já agregadas ao produto.

Tanto a reutilização de componentes, a remanufatura, como a reciclagem de materiais dependem grandemente da possibilidade de desmonte do produto eliminando a contaminação entre diferentes tipos de materiais, fator decisivo na reciclagem, e o reaproveitamento de componentes nos mais altos níveis de energia e trabalho incorporados. O projeto do produto deve prever a facilidade de desmonte e identificação dos componentes como forma de viabilizar a reciclagem e a reutilização.

O chamado Projeto para Desmonte ou DfD (*Design for Disassembly*) é condição necessária para que os produtos possam ser economicamente reutilizados, remanufaturados ou reciclados. O DfD influencia de forma decisiva a reciclagem e a facilidade de desmonte, torna possível a reutilização e a remanufatura de forma mais eficiente, prolongando a vida útil dos produtos ou de seus componentes, facilitando também a manutenção. Muitos produtos são abandonados quando necessitam de reparos em apenas um de seus componentes, devido a dificuldades de diagnóstico da falha e/ou desmontagem. Atualmente o desmonte se inviabiliza economicamente pois não é levado em consideração nas fases iniciais do projeto, e por não ser previsto resulta em alto custo de mão-de-obra. Na concepção do produto, mudanças podem ser feitas com um baixo custo. Faltam também, estímulos aos fabricantes para adotarem medidas visando o desmonte que facilite a reciclagem e a reutilização de componentes, após o uso do produto.

O conhecimento destas etapas por si só não é suficiente para que se implante o Ecodesign de maneira prática e objetiva. É necessário pensar em uma metodologia de implantação e motivação para que se possa gerar uma sinergia que permita o real uso destas alternativas de melhoria da sustentabilidade. Um dos caminhos é conscientizar o projetista da importância destas reflexões na criação de novos produtos. No caso específico da Incubadora Tecnológica de Design de Produto é intenção da equipe de Design, dar subsídios sobre este tema, já a partir da seleção dos projetos que serão incubados.

Como então implementar o Ecodesign e conscientizar o projetista no desenvolvimento de produtos dos incubados?

Através da Incubadora, a área de Design pretende reverter alguns aspectos negativos, crônicos na relação Indústria/Design tais como: a falta de integração das diversas ações empresariais de promoção do Design; pouca parceria entre as instituições de Design e o setor produtivo; principalmente a falta de identidade dos produtos nacionais. Um dos principais focos de reversão destes aspectos esta na implementação dos conceitos de Ecodesign na metodologia projetual, adotados pelos incubados. Estes conceitos deverão ser previamente esclarecidos por parte do futuro incubado quando da apresentação do seu “plano de negócios” – Veículo de acesso à incubadora.

A formação do cenário do Ecodesign na Incubadora dar-se-á, como fonte incentivadora, por meio da elaboração de manuais eletrônicos supridos de conceituação básica, simulações de estudos de caso e outras

informações pertinentes ao relacionamento do Design com o desenvolvimento sustentável, assim como pela realização de *workshops*, cursos e palestras aos incubados na IT Design.

A Proposta inicial de metodologia projetual do Ecodesign adequada aos incubados.

Nesta iniciativa de implantação de metodologia aos incubados da IT Design, propõem-se além da aplicação das oito etapas citadas anteriormente, realizar uma revisão do método de desenvolvimento de projeto de produtos sob a ótica do Ecodesign como segue.

Fase 1 – Proposta

- Identificação do Cliente
- Definição do problema ¹ (Reconhecendo a necessidade; Taxionomia dos Problemas de Design; Caracterização do sistema Usuário => Ferramenta => Trabalho => **Ambiente**)
- Objetivos (Requisitos ²; Restrições ³)
- Programa de Trabalho
- Cronograma
- Custos

Nesta fase da proposta de uma metodologia de projeto de produto, o que ocorre em via de regra é a inexistência da variável ambiental na definição do problema. É então fundamental sua introdução no desenvolvimento de novos produtos, integrando os aspectos relacionados ao meio ambiente através das rotinas de desenvolvimento, produção, utilização e disposição final de cada produto desenvolvido.

Fase 2 - Desenvolvimento (o Estado da Arte)

- Explicitação dos Processos Produtivos (Processos de fabricação e transformação; linha de montagem; aspectos administrativos e técnicos; **quantidade e diversidade de componentes similares (DfA); matérias primas e suas fontes; ciclo de vida do produto e suas partes**).
- Análise Histórica dos Similares
- Análise Estrutural dos Similares (Número de componentes; **sistemas de união**; estrutura; centro de gravidade; **quantidade e diversidade de componentes similares (DfA); matérias primas e suas fontes; ciclo de vida do produto e suas partes**).
- Análise Funcional dos Similares (Mecanismo; versatilidade; resistência; acabamento; **reciclagem de suas partes/componentes ou do produto todo após o descarte**).
- Análise de Uso dos Similares (Praticidade; segurança; transporte; manutenção e reparo; **consumo de energia; geração de resíduos durante a vida útil**).
- Análise Ergonômica (Antropometria; biomecânica; atividades da tarefa; cognição; **montagem e desmontagem durante o processo produtivo - DfA e DfD**).
- Análise Morfológica (Forma; estética; **métodos de encaixe e desencaixe para desmontagem; embalagem do produto final; impacto ambiental causado após o descarte da embalagem**).
- Análise de Mercado (Propaganda; marketing; **informações sobre gasto de insumos durante a vida útil**).
- Análise Técnica (Materiais; processos de transformação e fabricação; sistemas mecânicos / eletrônicos; **impacto ambiental dos materiais; impacto ambiental dos processos de transformação e fabricação; impacto ambiental dos sistemas mecânicos / eletrônicos**).
- Análise dos Dados Levantados

Fase 3- Projetação e Detalhamento

- Síntese (Busca a Determinação dos Parâmetros Projetuais, onde se determina preocupações com a seleção de materiais com menor impacto ambiental, o sistema de transporte, a embalagem e o consumo de energia, água, materiais auxiliares e o ciclo de vida do produto, bem como a reutilização, reprocessamento e reciclagem do todo ou partes dele. Se faz também a Revisão dos Objetivos – **Requisitos; Restrições**)
- Geração de Alternativas Preliminares (Desenhos, Modelos; Revisão dos Parâmetros Projetuais)
- Geração de Alternativas (Desenhos, Modelos; Escolha da melhor alternativa de solução - Matriz de Avaliação)
- Desenho Técnico (Neste ponto é enfatizado a variáveis de otimização da produção onde se busca reduzir o consumo de energia, reaproveitar os subprodutos e minimizar o lixo gerado. Também é enfatizado o DfA, onde se busca reduzir quantidade e diversidade de componentes, reduzir superfícies de processo, otimizar o

- manuseio e facilitar o encaixe das peças e partes). Neste item da projeção é realizado o Detalhamento das Peças, Conjuntos e Cortes; **Perspectiva Explodida para Montagem Desmontagem**, Especificações.
- Recomendações Ergonômicas (Neste item se aplica o DfA visando o processo produtivo, o DfD visando a reciclagem ou reutilização de peças e componentes, o DfM - Design Orientado a Manutenção visando a reposição de componentes e sistemas bem como o aumento da vida útil).
 - Engenharia Simultânea (Diminuição do tempo de desenvolvimento do produto; **Redução de erros de projeto; Redução de custos**)
 - Confeção do Modelo Funcional
 - Testes e Validação do Projeto para Fabricação

O fluxograma apresentado na figura 3, compila as idéias propostas para a implementação do Ecodesign na Incubadora Tecnológica de Design de Produto.

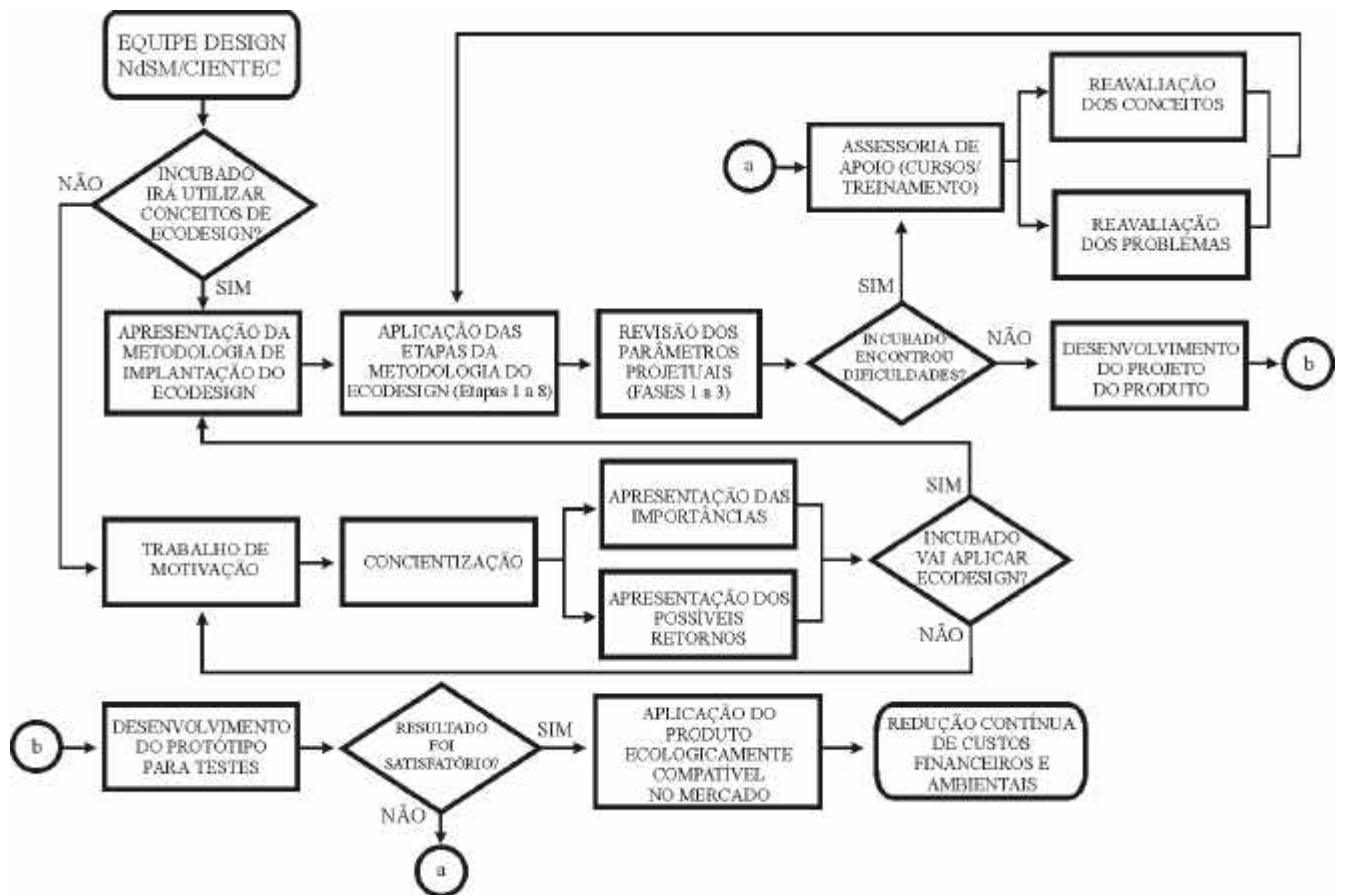


Figura 3 – Fluxograma : Proposição de Metodologia para implementação do Ecodesign na ITD.

Conclusão

A manutenção da vida só será possível com uma matriz industrial responsável, onde todos os envolvidos no processo terão obrigações com a sustentabilidade. Para tanto, esta iniciativa de implementação de uma visão macro do Ecodesign na ITD é justamente uma tentativa de colaborar com o crescimento de uma cultura que visa o desenvolvimento sustentável no âmbito do Design. Neste sentido a metodologia apresentada é uma ferramenta de auxílio a real implementação das técnicas do Ecodesign.

Bibliografia

MULLER, Rogério. *Eco-design, e hora de começar!* Publicado na Gazeta Mercantil – maio 2001. Internet dezembro 2001. www.ucp.br/proempi/artigos.htm

PENEDA, Constanza e FRAZAO, Rui. *Ecodesign no desenvolvimento dos produtos*. Cadernos do INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial – Portugal, numero 1, V. fevereiro 1995.

BAXTER, Mike. *Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos*. 2ªEd. São Paulo: Edgard Blucher, 2000, 260p.

WEB: www.ufrgs.br/ndsm

Referência aos Trabalhos dos Colegas

Wilson Kindlein Jr., kindlein@portoweb.com.br

Carlos Alvariz Pereira, cap.poa@terra.com.br

Everton Amaral da Silva, everdesign@terra.com.br

Elizabeth Regina Platcheck, oficio@oficioergonomia.com.br

Notas

¹ Inexistência das variáveis ambientais na definição do problema

² Redução do impacto causado pela extração e transformação de matéria prima, na produção, utilização ou descarte do produto

³ Descarte de produtos/resíduos de matéria prima no meio ambiente

Este trabalho foi realizado com o apoio da FAPERGS e do CNPq.

ANALOGIA ENTRE AS METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ATUAIS, INCLUINDO A PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA COM ENFASE NO ECODESIGN

ANALOGY AMONG THE METHODOLOGIES OF DEVELOPMENT OF CURRENT PRODUCTS, INCLUDING THE PROPOSAL OF A METHODOLOGY EMPHASIZING ECODESIGN

KINDLEIN JÚNIOR, Wilson

Doutor em Engenharia Prof. do Departamento de Materiais – Escola de Engenharia - NdSM
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

PLATCHECK, Elizabeth Regina

Mestranda em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas – PPGEM – UFRGS (Designer)
Professora do Centro Universitário FEEVALE

CÂNDIDO, Luiz Henrique Alves

Bolsista DTI – NdSM/UFRGS (Designer)

Palavras-chave: design industrial, metodologia, desenvolvimento de produtos

Resumo: As metodologias são fundamentais no processo de design, traçando diretrizes para o desenvolvimento de produtos e caracterizando-se por estudos de princípios e procedimentos fortemente orientados. Neste sentido o presente trabalho “ Analogia entre as Metodologias de Desenvolvimento de Produtos Atuais, Incluindo a Proposta de uma Metodologia com Ênfase no EcoDesign”, propõe a aplicação de uma metodologia com ênfase no desenvolvimento sustentável.

Key-words: industrial design, methodology, product development

Abstract: The methodologies are fundamental in the design process, tracing guidelines for the development of products and being characterized strongly by studies of rules and procedures guided. In this direction the present work “Analogy among the Methodologies of Development of Current Products, Including the Proposal of a Methodology with Emphasis in EcoDesign”, consider the application of a methodology with emphasis in the sustainable development.

Introdução

O Designer vem ao longo do tempo garantindo um papel fundamental no processo de criação de produtos. Existem técnicas que auxiliam no direcionamento do caminho a seguir e, as metodologias de desenvolvimento de produto são ferramentas essenciais diante de um mercado tão concorrido e restrito. Metodologias essas que são fundamentais no processo de design no momento em que traçam diretrizes para o desenvolvimento de produtos e caracterizam-se por estudos de princípios e procedimentos fortemente orientados.

A velocidade e a dinâmica imposta pelo mercado, que pode vir de clientes, concorrentes ou a indústria, exige uma flexibilidade muito grande e salienta a necessidade de dominar as várias formas de buscar e atingir o sucesso de um produto em um espaço de tempo o mais curto possível. A tecnologia minimizou o tempo de desenvolvimento de um produto, mas a pesquisa e a metodologia necessárias para conhecer o desejo do cliente e do empresariado ainda é compilada, na sua grande parte, pela intuição do designer que usa dados levantados, tendências e procedimentos técnicos assegurando assim o caminho escolhido para o projeto e minimizando riscos dos investimentos aplicados.

A análise das metodologias tem como escolha a aplicabilidade e a sedimentação que cada autor transmite, principalmente no meio acadêmico. Os autores são reconhecidos pelas suas técnicas de pesquisa e da iniciativa de gerar não só uma metodologia, mas várias alternativas que, no final do trabalho, afunilam em um mesmo sentido: a de ter solucionado um problema que atenda ou vá além da necessidade do cliente. Assim sendo, a análise de cada proposta de metodologia, tende a gerar os aspectos mais importantes dentro dos objetivos propostos desse artigo.

Revisão das Metodologias Atuais

Muitos autores propuseram métodos para o desenvolvimento de produtos, mas, para a revisão proposta nesse artigo, foram estudados os autores com maior destaque principalmente no meio acadêmico.

BOMFIM (1995) afirma que uma metodologia “é necessária devido à complexidade crescente das variáveis envolvidas em um projeto” e sugere um modelo, apresentando cinco pontos principais que determinam o desenvolvimento deste projeto, tais como, o Designer, a Empresa, o Consumidor, a Sociedade como Instituição determinando as políticas econômicas e o Produto em si que representa a necessidade do mercado produtor e do mercado consumidor e, ainda salienta que “métodos são ferramentas utilizadas no desenvolvimento de um produto e dependem sempre da capacidade técnica e criativa de quem os utiliza”.

ABRAMOVITZ (et al., 2002) salienta a necessidade de se especificar metas, requisitos e restrições do projeto, e a montagem de um cronograma de execução dessas etapas, e torna a aplicação da metodologia como um instrumento guia, e define o resultado dessa aplicação como o caminho mais seguro no desenvolvimento de um produto.

BAXTER (1998) prioriza as questões mercadológicas quando diz que “a inovação é um ingrediente vital para o sucesso dos negócios”, onde “o planejamento incluindo identificação de uma oportunidade, pesquisa de marketing, análise dos produtos concorrentes, proposta do novo produto, elaboração das especificações da oportunidade e a especificação do projeto” são quesitos fundamentais para fazer frente à concorrência industrial como estratégia empresarial inovadora, propondo redução de custos e criação de uma identidade ou estilo no produto.

BITTENCOURT (2001) enfatiza que "o projeto de produto começa com o estabelecimento de um problema, cuja expressão mais comum é um conjunto de necessidades das pessoas que se relacionam com o apresentado", identificando que o reprojeto de um produto pode ser aplicado na solução de uma necessidade de mercado e que pode surgir em qualquer fase do ciclo de vida deste produto, podendo ser aplicada em melhorias técnicas, demanda de mercado, de segurança ou efeitos legais. **BITTENCOURT** (2001) afirma ainda que “o objetivo dos estudos sobre o processo de projeto de produto é formalizar uma base de conhecimento que auxilie o projetista na execução de suas atividades. Parte deste estudo envolve o estabelecimento de metodologias de projeto de produto”.

ROOSEMBURG (et al., 1996) afirma que “o processo de Design é a concepção de uma forma específica de solução de problemas”, e descreve as seguintes etapas de sua metodologia: Definição do problema; Valores do sistema; Síntese do sistema; Análise do sistema; Seleção do melhor sistema e Planejamento da ação. Aqui Sistema é entendido como a proposta de produto onde o Designer deve elaborar metas a serem atingidas em cada etapa de desenvolvimento.

LÖBACH (2000) afirma que todo o processo de Design é tanto um processo criativo como um processo de solução de problemas concretizado em um projeto industrial e incorporando as características que possam satisfazer as necessidades humanas de forma duradoura, podendo se desenvolver de forma extremamente complexa dependendo da magnitude do problema, e a divide em quatro fases distintas:

Análise do Problema, Geração de Alternativas, Avaliação das Alternativas e Realização da Solução do Problema. Embora nunca sejam separáveis no caso real, elas se entrelaçam umas às outras com avanços e retrocessos durante o processo de projeto.

BACK (1983) afirma que “as fases de um projeto de produto industrial podem ser estabelecidas de diferentes formas com maior ou menor detalhamento” e, determina os seguintes pontos principais: Estudo da viabilidade do Projeto; Projeto preliminar; Projeto detalhado; Revisão e testes; Planejamento da produção; Planejamento do mercado; Planejamento para o consumo e manutenção e o Planejamento da obsolescência. **BACK** (1983) tem uma visão global do processo que envolve a metodologia e quais pontos tem maior ou menor impacto no desenvolvimento do produto e ressalta que o custo de se desenvolver, produzir e vender é um determinante no ciclo de vida de um produto.

BONSIEPE (et al., 1984) conclui que, “a metodologia não tem finalidade em si mesma, é só uma ajuda no processo projetual, dando uma orientação no procedimento do processo e oferecendo técnicas e métodos que podem ser usados em certas etapas”, dessa forma ele diz que o Designer deve ter o controle e a decisão de qual a melhor alternativa a ser investida.

Nova Proposta de Metodologia na Ótica do EcoDesign

Propõem-se aqui como a variável ambiental pode ser inserida na metodologia para o desenvolvimento de produtos industriais a fim de satisfazer as questões que envolvem a gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável. Nota-se na Figura 1, que a variável ambiental já é inserida na definição do problema, tornando-se fundamental sua introdução no desenvolvimento de novos produtos, integrando os aspectos relacionados ao meio ambiente através das rotinas de desenvolvimento, produção, utilização e disposição final de cada produto desenvolvido. Deste modo, o designer de produto deve procurar soluções capazes de minimizar a geração de resíduos de qualquer ordem, nas diversas etapas de elaboração do produto, facilitando a reciclagem e/ou reduzindo conseqüências na disposição final do produto elaborado.

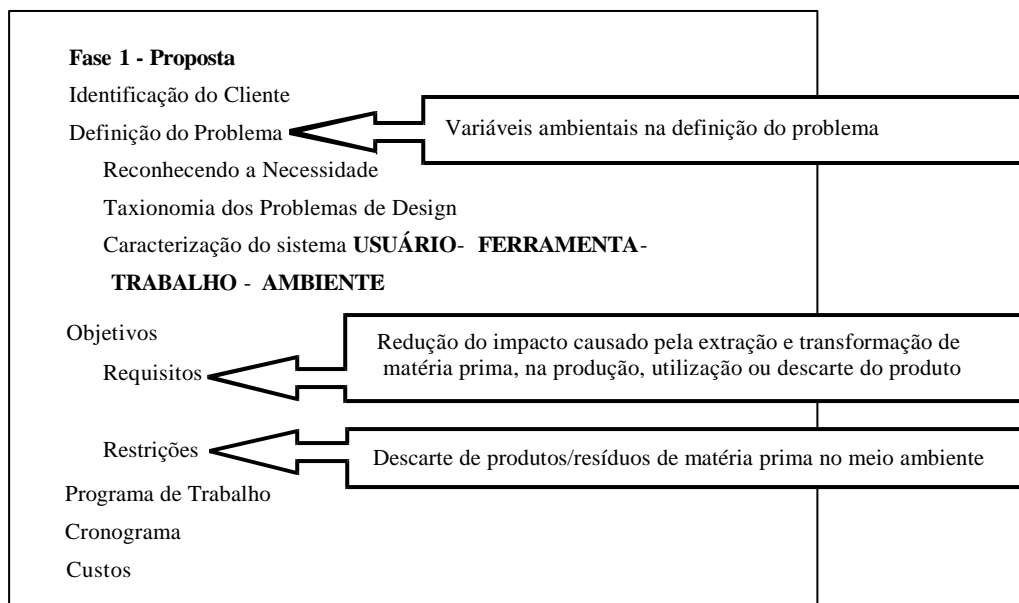


Figura 1 – Inserção das variáveis ambientais na fase de proposta.

Nas metas a serem atingidas e nas restrições impostas, deve-se levar em conta o fator ambiental, tanto na redução do impacto causado pela extração e transformação de matéria prima virgem não renovável, como no processo produtivo e na utilização e descarte de produtos no meio ambiente. Já no levantamento do estado da arte, aplicam-se às questões ambientais em todas as sub-etapas. Nos processos produtivos dos

atuais produtos similares, deve-se considerar não só os processos de fabricação, transformação, linha de montagem, aspectos administrativos e técnicos da manufatura, como também o consumo de água e energia; as origens da matéria prima; os tipos de resíduos gerados e o destino destes. Ainda nesta etapa do projeto, é na análise de similares que o método é reestruturado. Quando se analisa um similar, além de todos os aspectos estruturais, funcionais, ergonômicos, mercadológicos, propõem-se as inclusões dos aspectos ecológicos tais como: a análise do ciclo de vida, aspectos de montagem e desmontagem, embalagem e transporte, reciclagem após o descarte, geração de resíduos durante a vida útil, processos de fabricação, matéria-prima utilizada e suas fontes, energia gerada/gasta, tanto na fabricação como no uso do produto. A Figura 2 descreve essas etapas.

Fase 2 - Desenvolvimento (o Estado da Arte)

Explicitação dos Processos Produtivos

- processos de fabricação e transformação
- linha de montagem
- aspectos administrativos e técnicos

Análise Histórica dos Similares

Análise Estrutural dos Similares

- número de componentes,
- sistemas de união,
- estrutura,
- quantidade e diversidade de componentes similares (DfA);
- matérias primas e suas fontes;
- ciclo de vida do produto e suas partes

Análise Funcional dos Similares

- mecanismo
- versatilidade
- resistência
- acabamento
- reciclagem de suas partes/componentes ou do produto todo após o descarte

Análise de Uso dos Similares

- praticidade,
- segurança,
- transporte,
- manutenção e reparo,
- consumo de energia e demais consumíveis (água, sabão etc.),
- geração de resíduos durante a vida útil

Análise Ergonômica

- antropometria,
- biomecânica,
- atividades da tarefa,
- cognição
- montagem e desmontagem durante o
- processo produtivo (DfA e DfD).

Análise Morfológica

- forma,
- estética,
- métodos de encaixe para desmontagem,
- embalagem do produto final,
- impacto ambiental causado após o descarte da embalagem.

Análise de Mercado

- propaganda,
- marketing,
- informações sobre gasto de consumíveis durante a vida útil.

Análise Técnica

- materiais
- processos de transformação e fabricação
- sistemas mecânicos / eletrônicos
- impacto ambiental dos materiais,
- impacto ambiental dos processos de transformação e fabricação,
- impacto ambiental dos sistemas mecânicos/eletrônicos

Análise dos Dados Levantados

Figura 2 – Inserção das variáveis ambientais na fase de desenvolvimento.

A Figura 3 mostra que é na fase de projeção que são aplicadas as principais etapas do EcoDesign para o desenvolvimento de produtos. Ao se determinar os parâmetros projetuais, as Sete Ondas do EcoDesign (NdSM, 2001) são fundamentais para um desenvolvimento sustentável, no que tange a seleção de materiais que resultem em menor impacto ambiental; ao sistema de transporte e à embalagem; ao consumo de energia, água e materiais auxiliares tanto na produção como no uso do produto final; ao ciclo de vida do produto, a reutilização, o reprocessamento e a reciclagem de todo o produto ou parte dele.

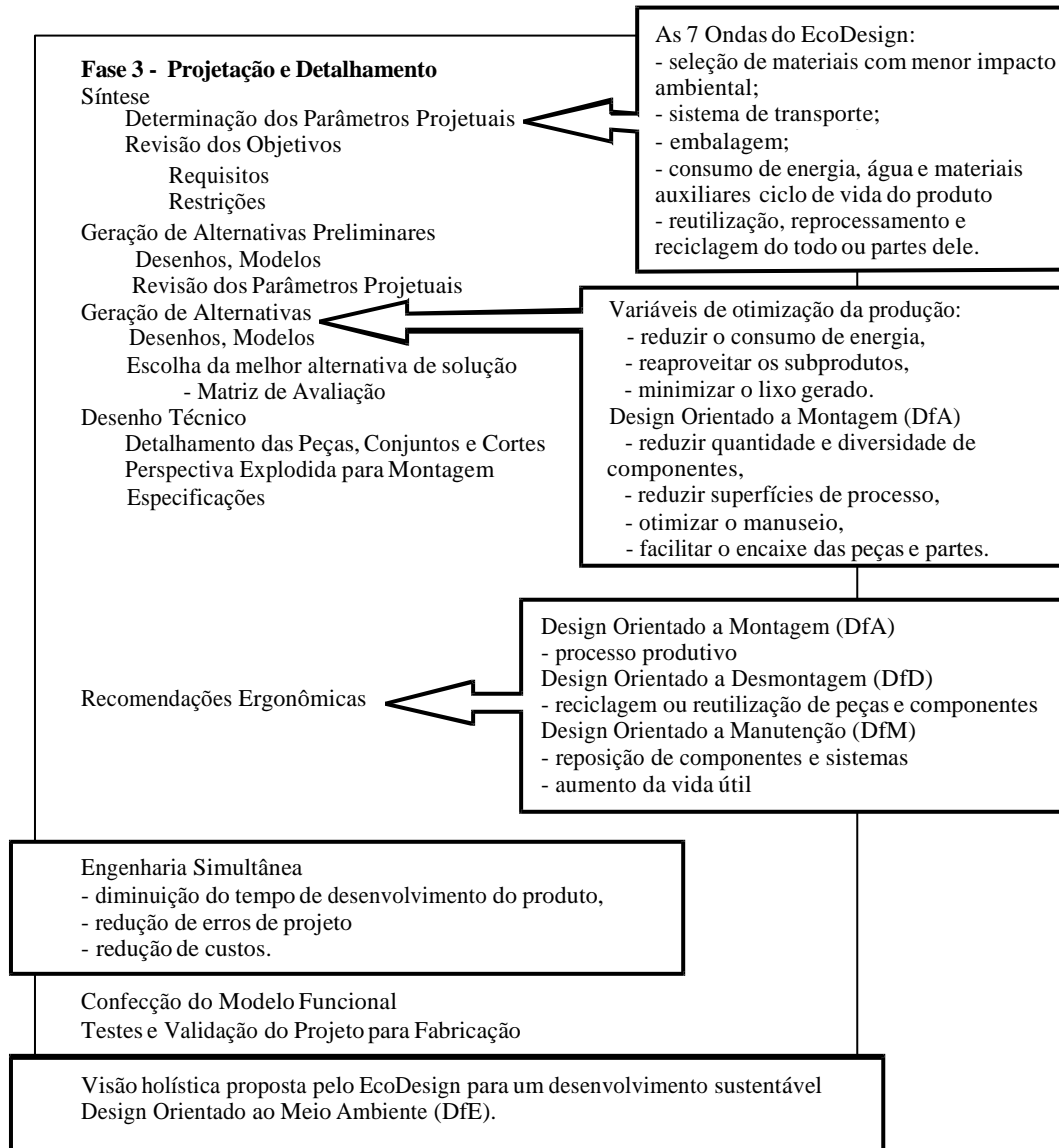


Figura 3 – Inserção das variáveis ambientais na fase de detalhamento.

No detalhamento técnico das partes e peças, deve-se observar às variáveis de otimização da produção, onde se pode reduzir o consumo de energia, reaproveitar os subprodutos e conseqüentemente minimizar o resíduo gerado. As diretrizes e regras do Design Orientado a Montagem (DfA), também devem ser consideradas, pois procuram reduzir a quantidade, a diversidade de componentes, a redução de processos, a otimização no manuseio, e principalmente facilitar a montagem das peças e partes. Nas recomendações ergonômicas, deve-se pensar não somente no usuário final, mas também no usuário de "chão de fábrica" que atua no processo de produção, utilizando-se dos preceitos do Design Orientado a Montagem (DfA), do Design Orientado a Desmontagem (DfD) e do Design Orientado a Manutenção (DfM) que visa facilitar a reutilização de peças e componentes.

Durante todo o processo de projeção até a validação do protótipo, deve-se utilizar a Engenharia Simultânea, também conhecida como Engenharia Concorrente, que consiste na execução temporal nas diversas etapas de atividade *em paralelo*, por oposição ao modo convencional (seqüencial). Como característica básica de sua aplicação, a Engenharia Simultânea conduz à diminuição do tempo de desenvolvimento do produto, pois ao paralelismo temporal das atividades soma-se o fato da efetiva antecipação da detecção de problemas de projeto que somente ocorreriam muito tardiamente com o emprego da engenharia seqüencial, evitando-se a perda de tempo inerente a opções por alternativas que terminariam por revelarem-se inadequadas e implicando também na redução de custo de desenvolvimento. Portanto, esta visão holística proposta pelo EcoDesign, deve compor três aspectos: ?economicamente viável, ?manutenção do meio ambiente e ?responsabilidade social garantam o mesmo peso quando se tratar de desenvolvimento sustentável, o que leva por fim a um Design Orientado ao Meio Ambiente (DfE), pois no momento em que conhecemos os problemas ambientais e suas causas, passamos a influir na concepção, escolha dos materiais, fabricação, uso, reuso, reciclagem e disposição final do produto, no que for tecnicamente possível e ecologicamente necessário.

Considerações

Ao analisar cada metodologia, chega-se a conclusão que tais procedimentos são importantíssimos para o desenvolvimento de novos produtos. Sabe-se que o investimento em pesquisa tem um custo elevado para as empresas que as desenvolvem, principalmente em empresas de ponta que são pioneiras em seus lançamentos e tem de minimizar o risco de investir em um produto que poderá ter um retorno abaixo do esperado. Com isso, a escolha da metodologia ideal para cada situação deve ser definida antes do estudo de viabilidade do projeto. Deve-se ter em mente qual o objetivo ou a meta a ser alcançada e uma previsão de investimento que será aplicado. A empresa pode dar ênfase ao EcoDesign e, para tanto, deve empregar uma metodologia que avalie esse conceito desde a criação até o reuso e/ou descarte final do produto ou de suas partes.

BACK (1983) e **BITTENCOURT** (2001) sugerem que seja analisado o ciclo de vida de um produto com vistas ao conceito de manutenção ou re-projeto, mas os autores não analisam uma forma de se projetar tendo como foco o EcoDesign.

Segundo **KINDLEIN JUNIOR** (2002), o EcoDesign tende a minimizar o impacto ambiental, reduzir custos de produção e possibilitar as empresas um diferencial competitivo dentro de um mercado que a cada dia dá maior ênfase ao desenvolvimento sustentável, assumindo assim um papel fundamental no contexto mundial visto que a capacidade de se extrair matérias primas da natureza vem se esgotando em um ritmo acelerado. Assim, a utilização de técnicas de desenvolvimento de produtos deve conter em sua base itens que possibilitem a geração de produtos com vistas ao EcoDesign garantindo, então, o mínimo de impacto ambiental. Essa base da materialização do conceito de desenvolvimento sustentável está na passagem gradual e a longo prazo das atuais estruturas lineares de projeção e produção mais cíclicas e que assentam às estratégias de EcoDesign e produção mais limpa.

Conclusão

Apropriar-se neste momento de mobilidade das empresas pelo intuito de realizar a nova manufatura de uma maneira ecologicamente consciente é uma estratégia inteligente, pois não é necessário iniciar a motivação da empresa e, sim, aproveitar o momento em que a técnica do EcoDesign propõe uma nova estratégia para o desenvolvimento de produtos, associando o sistema de gestão ambiental aos materiais e processos de fabricação. Porém, o conceito de EcoDesign é muito mais que uma simples variável de projeto. Devido a influência do Design no nascimento e desenvolvimento do produto, faz-se necessário que esta atividade tenha responsabilidade social e ambiental com o surgimento de novos produtos e o desenvolvimento sustentável.

Os profissionais de Design assim como os empresários devem ser os principais condutores da mudança em curso e da quebra de paradigma de extração de recursos naturais para outro mais evoluído e sustentável. Essa mudança dos paradigmas deve ocorrer tanto nos processos de produção como nos produtos finais, não se restringindo apenas ao cumprimento das leis, mas, aproveitando os benefícios e oportunidades que a proteção ambiental pode proporcionar através da colaboração de empresas e, conseqüentemente, do crescimento da produção de produtos ecologicamente eficientes através da aplicação do EcoDesign, o que certamente trará benefícios e oportunidades às empresas. É dentro desse contexto, que o EcoDesign deve ser assumido como um desafio que as empresas, mais cedo ou mais tarde, terão de assumir e, para o qual, deverão preparar-se desde logo.

Referências Bibliográficas

1. ABRAMOVITZ, J.; REBELLO, L. H. B. – **Metodologia do Projeto** – Rio de Janeiro, UniverCidade / NPD, apostila de aula, 2002.
2. BACK, N. – **Metodologia de Projetos de Produtos Industriais** – Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Dois, 1983.
3. BAXTER, M. - **Projeto de Produto - Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos** - São Paulo, Editora Edgar Blücher, 1998
4. BITTENCOURT, A. C. P. – **Desenvolvimento de uma Metodologia de Reprojeto de Produto para o Meio Ambiente** – Florianópolis, Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, 2001.
5. BOMFIM, G. A. – **Metodologia para o Desenvolvimento de Projetos** – João Pessoa, Editora Universitária/UFPB, 1995.
6. BONSIPE, G. (coordenador) – **Metodologia Experimental: Desenho Industrial** – Brasília, CNPq / Coordenação Editorial, 1984.
7. KAMINSKI, P. C. – **Desenvolvendo Produtos: Planejamento, Criatividade e qualidade** – Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Ed., 2000.
8. KINDLEIN JUNIOR, Wilson – **Design e Seleção de Materiais** – PPGEM/UFRGS, apostilas de aula, 2002.
9. LÖBACH, B. - **Desenho Industrial - base para configuração dos produtos industriais** - São Paulo, Edgar Blücher, 2000.
10. NdSM – Núcleo de Design e Seleção de Materiais – www.ufrgs.br/ndsm - 2003
11. ROOSEMBURG, N.; EEKELS, N. – **Product Design: Fundamentals and Methods** – West Sussex, UK, Wiley, 1996.

Autores:

KINDLEIN JÚNIOR, Wilson – ndsm@vortex.ufrgs.br

PLATCHECK, Elizabeth Regina - elizabeth@feevale.br / elizabeth@oficioergonomia.com.br

CÂNDIDO, Luiz Henrique Alves - ndsm@vortex.ufrgs.br