

Ana Paula Venturini Bandeira

APLICAÇÃO DO ECODESIGN EM EMPRESA
MINEIRA E A PERCEPÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS:
UM ESTUDO DE CASO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia, da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Dinâmica dos Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Romeiro
Filho

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2003

B214a Bandeira, Ana Paula Venturini
2003 Aplicação do ecodesign em empresa mineira e a percepção dos funcionários: um estudo de caso / Ana Paula Venturini Bandeira. 2003.

136 f.

Orientador: Eduardo Romeiro Filho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais,
Departamento de Engenharia de Produção.
Inclui bibliografia.

1. Gestão ambiental – Teses. 2. Desenvolvimento sustentável – Teses.
2. I. Romeiro Filho, Eduardo. II. Universidade Federal de Minas Gerais.
3. Departamento de Engenharia de Produção. III. Título.

CDU: 504

Dissertação defendida e aprovada, em 29 de setembro de 2003, pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho – Orientador (DEP/UFMG)

Prof. Msc. João Martins da Silva (DEP/UFMG)

Profa. Dra. Andréa Franco Pereira (Escola de Design/UEMG)

Profa. Dra. Mônica Maria Diniz Leão (DESA/UFMG)

Dedico aos meus pais
e aos meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me abriu estas portas e me deu condições de levar este projeto até o fim.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho, responsável por este trabalho, que sem a sua ajuda, sua paciência e seu ombro amigo não seria possível transpor tantas barreiras.

À Banca Examinadora, formada pelos professores Msc. João Martins da Silva, Dra. Andréa Franco Pereira e Dra. Mônica Maria Diniz Leão, pelos comentários e críticas que contribuíram com este estudo.

Ao colegiado e aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP, da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, que, com muito profissionalismo, contribuíram para minha formação.

À empresa e a todos os colaboradores, que me receberam de braços abertos e abriram as portas para que a minha pesquisa fosse realizada.

Ao Prof. Dr. Reidson Pereira Gouvinnhas, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, que se dispôs do seu tempo a me incentivar e contribuir para a conclusão deste trabalho.

Ao prezado colega Ghunter Josué Costa, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, que com seu conhecimento, muito contribuiu para esta dissertação.

À minha saudosa mamãe, Isaura, que me deu exemplo de luta, honestidade e sempre sonhou com o meu sucesso. Ao meu amado papai, Flávio, que é um exemplo de recomeço de vida. Aos meus queridos irmãos, Gustavo e Guilherme, que sempre estavam ao meu lado e me deram o amor que eu necessitava para viver.

Ao Marcelo, por sua presença nestes anos ainda que distante; e por ter sido a mola propulsora para que o trabalho terminasse em tempo hábil.

Aos meus amigos, do fundo do meu coração, que me suportaram durante este período, e que de alguma forma me incentivaram a continuar esta caminhada e me acolheram nos momentos de solidão e desespero, me proporcionando momentos de alegria; em especial à Adriana Paula Garcia, minha grande amiga, pelo exemplo de coragem e de vida que muitas vezes me moveu a continuar a escrever em dias em que eu acreditava que seria melhor desistir, e que infelizmente partiu sem ver mais esta etapa de minha vida concluída.

Aos meus amigos Marco Túlio, Luciana Flávia, Vera Rubinick, Vânia Fazito e Scott Snyder pelo incentivo e auxílio para conceber esta dissertação.

Aos meus médicos Dr. Paulo Dias do Nascimento e Dra. Inês Alice Teixeira Leão, por terem me amparado em momentos de fragilidade.

Ao meu amigo e professor Clércio Coelho pelo apoio, conselhos e cuidados.

Aos meus alunos que sempre compreenderam minhas falhas e me entenderam em dias de cansaço.

A todos os meus colegas de trabalho que acreditaram no meu sucesso e me apoiaram.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
SUMÁRIO	7
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE GRÁFICOS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Relevância do Tema.....	15
1.2. Definição dos Problemas	16
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo Geral.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
1.4. Estrutura do Trabalho	18
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	19
2.1. Revisão Bibliográfica	19
2.2. Estudo de Caso.....	20
2.3. Questionário.....	20
CAPÍTULO 3. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
3.1. Desenvolvimento de Produtos	22
3.2. Metodologias de Projeto	39
3.3. Avaliação do ciclo de vida.....	46
3.3.1. Desenvolvimento Sustentável.....	46
3.3.2. O que se entende por avaliação do ciclo de vida	49
3.4. Projeto para o Meio Ambiente.....	55
3.4.1. A Estrutura do DfE	57
CAPÍTULO 4. ESTUDO DE CASO	74
4.1. A Empresa.....	74

4.2. Processo de Fabricação	75
4.3. Setor de Projeto de Produtos.....	76
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS DA PESQUISA	86
5.1. Primeira etapa – Posicionamento Estratégico da Empresa	86
5.2. Segunda etapa – Incorporação de Questões Ambientais	90
5.3. Terceira etapa – Indicadores de Ecodesign.....	95
Estratégia 1 – Desenvolvimento de um Novo Conceito de Produto.....	95
Estratégia 2 – Otimização de aspectos físicos do produto.....	97
Estratégia 3 – “Otimização do material usado”	99
Estratégia 4 – “Otimização das técnicas de produção”	101
Estratégia 5 – “Otimização da distribuição”	103
Estratégia 6 – “Redução do impacto ambiental durante o uso do produto”	104
Estratégia 7 – “Otimização da vida final do sistema”	106
CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
BIBLIOGRAFIA	122
ANEXO 1	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de Resolução de Problemas	30
Figura 2 - Ciclos de solução de problemas com: (a) somente protótipo de alta fidelidade (h-f), sem transferência de conhecimento entre projetos; e (b) protótipo de alta (h-f) e de baixa fidelidade (l-f) em conjunto com transferência de conhecimento entre projetos e o uso de protótipos por simulação	32
Figura 3 - Dimensões da Prototipagem: Três modelos.....	35
Figura 4 - Comparação das três formas de liderança sob alguns aspectos	39
Figura 5 - Processo de Desenvolvimento de Projeto de Produto.....	41
Figura 6 – Modelo de Metodologia	44
Figura 7 - Modelo de Processo	45
Figura 8 - Ciclo de Vida de um Produto.....	50
Figura 9 - Relação do Sistema Produtivo X Meio Ambiente	51
Figura 10 - Entradas e Saídas do Sistema de Produção e Consumo.....	51
Figura 11 - Fases da avaliação do ciclo de vida	53
Figura 12 - Tipos de DfX.....	57
Figura 13 - Ciclo de Vida Total dos Materiais	60
Figura 14 - “Roda Estratégica” para o DfE	64
Figura 15 - Organograma da Empresa.....	74
Figura 16 - Fluxograma do Processo Produtivo	76
Figura 17 - Organograma do SPP	76
Figura 18 - Etapas do desenvolvimento e setores envolvidos	77
Figura 19 - Cronograma de Desenvolvimento.....	78
Figura 20 - Fluxograma de negócios da SPP	83
Figura 21 - Relação entre os diversos setores e o Setor de Projeto de Produtos	85
Figura 22 - Ferramentas identificadas no Processo de Desenvolvimento de Produtos na empresa pesquisada.....	112
Figura 23 - Oportunidades identificadas para aplicação de novas ferramentas no Processo de Desenvolvimento de Produtos na empresa pesquisada.....	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Posição em relação ao SGQ e/ou SGA.....	86
Tabela 2 - Posição quanto à certificação	87
Tabela 3 - Principais Ações Externas	90
Tabela 4 - Principais Razões Internas.....	92
Tabela 5 - Principais Barreiras.....	94
Tabela 6 - Estratégia 1: Desenvolvimento de um Novo Conceito de Produto	95
Tabela 7 - Estratégia 2: Otimização de aspectos físicos do produto	97
Tabela 8 - Estratégia 3: “ <i>Otimização do material usado</i> ”	100
Tabela 9 - Estratégia 4: “ <i>Otimização das técnicas de produção</i> ”	102
Tabela 10 - Estratégia 5: “ <i>Otimização da distribuição</i> ”	103
Tabela 11 - Estratégia 6: “ <i>Redução do impacto ambiental durante uso do produto</i> ” .	105
Tabela 12 - Estratégia 7: “ <i>Otimização da vida final do sistema</i> ”	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Posição em relação ao SGQ e/ou SGA	87
Gráfico 2 - Posição quanto à certificação	88
Gráfico 3 - Principais Ações Externas	91
Gráfico 4 - Principais Razões Internas	92
Gráfico 5 - Principais Barreiras	94
Gráfico 6 - Estratégia 1: Desenvolvimento de um Novo Conceito de Produto	96
Gráfico 7 - Estratégia 2: Otimização de aspectos físicos do produto	98
Gráfico 8 - Estratégia 3: “ <i>Otimização do material usado</i> ”	100
Gráfico 9 - Estratégia 4: “ <i>Otimização das técnicas de produção</i> ”	102
Gráfico 10 - Estratégia 5: “ <i>Otimização da distribuição</i> ”	104
Gráfico 11 - Estratégia 6: “ <i>Redução do impacto ambiental durante uso do produto</i> ”	105
Gráfico 12 - Estratégia 7: “ <i>Otimização da vida final do sistema</i> ”	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AR – Avaliação de Atributos
BVQI – *Bureau Veritas Quality International*
CAD – *Computer Aided Design*
CAE – *Computer Aided Engineering*
CAM – *Computer Aided Manufacturing*
CAR – *Computer Aided Robotics*
CD – Cronograma de Desenvolvimento
CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
DfA – *Design for Assembly* ou Projeto para Montagem
DfD – *Design for Disassembly* ou Projeto para Desmontagem
DfE – *Design for Environment* ou Projeto para o Meio Ambiente
DfM – *Design for Manufactura* ou Projeto para Manufatura
DfR – *Design for Recycling* ou Projeto para Reciclagem
DfX – *Design for X* ou Projeto para “algo”
FLPS – *Front-Loading Problem-Solving*
FMEA – Análise do Modo e Efeito de Falha
FTA – Análise de Árvore de Falhas
IPN – Identificação de Produto Novo
IRAP – *Industrial Research Assistance Program*
MMA – Ministério do Meio Ambiente
OS – Semelhança Global
PAP – Plano Agregado de Projeto
PD – Processos e Desenvolvimento
PROSUS – Process-based Support System
QFD – Desdobramento da Função Qualidade
SETAC – *Society of Environmental Toxicology and Chemistry*
SGA – Sistema de Gestão Ambiental
SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

RESUMO

O setor industrial é um dos maiores responsáveis pela degradação ambiental, tendo em vista o fato dos processos produtivos lançarem no meio ambiente grande quantidade de resíduos e emissões, na maioria das vezes sem tratamento adequado. Também os produtos são concebidos normalmente sem a inserção de características que os tornem “ambientalmente corretos” ao longo de seu ciclo de vida. A partir deste cenário, esta dissertação tem por objetivo principal apresentar uma pesquisa, realizada por meio da aplicação de questionários, que demonstra a importância da inserção de variáveis de natureza ambiental no processo de desenvolvimento de produtos, a partir da avaliação da percepção acerca de fatores ambientais nos diversos setores de uma empresa líder em seu ramo industrial no Brasil. A empresa foi escolhida em função de um avançado centro de desenvolvimento de produtos, o que a torna destacada para o escopo desta pesquisa. O trabalho busca demonstrar que é possível a aplicação de ferramentas e metodologias de projeto para inserção de variáveis ambientais no produto desde sua concepção. Apresenta também, através de revisão de literatura, formas de inserção de variáveis ambientais desde a concepção do produto, da mesma forma que os princípios da qualidade foram incorporados desde os anos 80 do século passado. A análise demonstrou que a empresa utiliza diversas ferramentas de projeto que poderiam ser aplicadas de forma sistematizada no desenvolvimento de produtos ecoeficientes, com resultados bastante satisfatórios.

ABSTRACT

The manufacturing industry has one of the greatest responsibilities for environmental degradation, due in part to the great quantity of inadequately treated pollutant emissions and residues created as a byproduct of the manufacturing process. Also additional, secondary pollution, is caused by a lack of correct 'environmentally focused' designs considering the products overall life cycle. Considering these relationships, this dissertation's main objective is to gauge the manufacturing industries current perception of the importance of environmentally related variables over the product development process. This search and evaluation is achieved through questionnaires directed at environmental design factors and completed by a leading Brazilian manufacturing company. The target company was chosen as it currently has an advanced center for product development, making it a receptive to this type of study. This search intends to prove that it is possible to use product development tools and methodologies with environmental variables being a key to the process from conception. The dissertation also shows, through lecture revision, ways to insert these variables into the engineering process using principles similar to those developed during the 1980's quality control era. The analysis shows that great, ecologically sound results are achieved through systematic application of these environmental project tools.

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. Relevância do Tema

É notável a crescente evolução das técnicas produtivas e da conseqüente escassez de recursos energéticos nos tempos atuais. Desde a crise do petróleo, na década de 70, os processos produtivos tiveram a necessidade de se tornarem mais eficientes, se adaptando ao cenário da época. Com o passar do tempo outras adaptações foram ocorrendo na realidade dos processos levando a uma melhoria dos métodos organizacionais, da qualidade do produto e sua durabilidade, que passaram a oferecer uma vantagem competitiva às empresas. Na globalização pôde-se perceber a demanda cada vez maior por produtos diferenciados, que agregassem valor, e que fossem cada vez mais diversificados, mas ainda levando em consideração pontos importantes como qualidade dos produtos e custos da produção. Neste cenário algumas empresas passaram a valorizar o papel do projetista de forma a conceberem produtos exclusivos, atendendo a um mercado cada vez mais exigente.

As vantagens em concentrar esforços de melhoria durante o desenvolvimento de produtos, e não somente nas etapas de processo de produção, segundo GOUVINHAS (2001), trazem impacto de 70% a 90% em seu custo final e é papel primordial no trabalho do projetista. As etapas iniciais do desenvolvimento são importantes, pois são nelas que estão concentradas oportunidades de escolha de matéria-prima, de tecnologia a ser empregada, entre outros fatores, refletindo diretamente no custo final e na qualidade do produto. É possível, desta maneira, atender às necessidades do seu próprio mercado e até mesmo de novos, com mais facilidade, de forma mais ágil, inovadora e planejada.

1.2. Definição dos Problemas

Devido à realidade dos tempos modernos, em que a degradação ambiental, a poluição do solo, ar e água, e a escassez de recursos naturais tornam-se evidentes aos olhos de qualquer cidadão, organização ou autoridade governamental, uma preocupação com o meio ambiente e a sobrevivência do planeta Terra tem sido cada dia maior. Estes fatores estão intimamente ligados aos processos produtivos e às formas de concepção de produtos. Para que ocorra uma melhoria ambiental nestes processos deve-se levar em consideração, ao desenvolver produtos, outros aspectos além de qualidade e custo, como as formas de impactos ambientais que esta concepção envolve. Desta forma o papel do projetista é fundamental para atingir os objetivos pretendidos, além da implantação de leis ambientais que regulamentem a disposição de resíduos e emissões.

Para que este produto seja considerado adequado e atenda aos aspectos acima relacionados deve haver, portanto, uma íntima ligação entre projeto e desenvolvimento do produto, integrados ao meio ambiente. O projeto do produto é, desta forma, o ponto de partida para atender a esta nova realidade, buscando conciliar todos os aspectos relevantes à “viabilidade ambiental” do produto. Nas diferentes etapas de desenvolvimento são fundamentais às tomadas de decisões que reduzam ou eliminem a degradação ambiental durante todo o ciclo de vida do produto. Por isto é importante que as empresas adotem metodologias de projeto tradicionais para continuarem a conceber produtos de qualidade, com custos reduzidos e que atendam às necessidades dos usuários; e que ainda façam um estudo sobre o ciclo de vida de seus produtos e utilizem ferramentas de eficiência ambiental a fim de atingirem novos objetivos e novas necessidades, que vem ficando cada dia mais evidentes em relação à concepção de produtos “ecologicamente corretos”. Assim é possível um aumento da participação da empresa em novas fatias de mercado, com produtos de qualidade, baixos custos, diversificados, modernos, com eficiência energética e ambiental.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é demonstrar a importância da inserção de variáveis de natureza ambiental de forma sistematizada no processo de desenvolvimento de produtos, a partir da avaliação da percepção acerca de fatores ambientais nos diversos setores de uma empresa líder em seu ramo industrial no Brasil. Esta empresa foi escolhida em função de um avançado centro de desenvolvimento de produtos, o que a torna destacada para o escopo desta pesquisa.

1.3.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- realizar uma revisão de literatura acerca dos temas tratados: Desenvolvimento de Produtos, Metodologias de Projeto, Projeto para o Meio Ambiente e avaliação do ciclo de vida;
- avaliar a situação de uma empresa nacional, líder em seu setor, em relação com o tema tratado, através de estudo de caso;
- descrever o processo projetual e produtivo, e verificar a importância do Setor de Projetos para a empresa;
- identificar como as práticas atuais da empresa pesquisada podem ser relacionadas ao Ecodesign;
- verificar qual a visão dos funcionários dos diversos setores da empresa em relação às práticas ambientais sugeridas pelo Projeto para o Meio Ambiente,
- identificar barreiras e dificuldades para implantação das estratégias do Ecodesign;
- apontar formas adequadas e eficientes de Desenvolvimento de Produtos, bem como sugerir Metodologias de Projeto que possam ser adotadas.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em 6 capítulos (incluindo esta introdução), que buscam atender aos objetivos propostos no item anterior. Esta estrutura apresenta-se da seguinte forma:

No Capítulo 2 desta dissertação, está descrita a metodologia de pesquisa adotada, a partir da conjunção de princípios metodológicos específicos, adequados a cada etapa do trabalho. Além disso, é descrita a estrutura e apresentados os dados gerais sobre a empresa estudada.

No Capítulo 3, é apresentada uma revisão de literatura, abordando temas considerados relevantes para a adequada compreensão e análise do problema levantado, como o processo de Desenvolvimento de Produtos, e sua aplicação em empresas, e diferentes Metodologias de Projeto. Trata ainda a avaliação do ciclo de vida de produtos como ferramenta auxiliar para a implantação de um projeto orientado para o meio ambiente. Por fim, aborda a estrutura deste tipo de projeto, denominado *Design for Environment* – DfE ou Projeto para o Meio Ambiente.

O Estudo de Caso, exposto no Capítulo 4, relata a pesquisa realizada na empresa, com sua descrição, do processo de fabricação e do setor de projetos e no Capítulo 5 se apresentam os resultados da pesquisa e a análise dos mesmos.

Posteriormente, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões desta dissertação, as principais recomendações e apontadas as oportunidades de estudo futuras.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA DE PESQUISA

2.1. Revisão Bibliográfica

A Revisão Bibliográfica, iniciada em 2000, levantou amplo material, sejam artigos ou livros, nacionais ou estrangeiros, sobre o tema. Além destes, participação em congressos e outros eventos, como feiras ou encontros relacionados ao assunto, bem como contatos realizados com pesquisadores de outras universidades no Brasil e Europa, além de visitas a centros de pesquisa, como a COPPE / UFRJ, completaram o escopo deste levantamento.

Foi realizado levantamento de artigos, dissertações e teses existentes sobre o assunto, usando palavras chaves, tais como, Sistema de Gestão Ambiental – SGA, Desenvolvimento Sustentável, avaliação do ciclo de vida, Ecodesign, *Design for Environment* – DFE ou Projeto para o Meio Ambiente, Desdobramento da Função Qualidade – QFD, metodologias de projeto, produto ecológico, entre outras. Foi encontrado, em bancos de dados de pesquisa, um número de textos, artigos, livros sobre os temas citados, superior a 200 (duzentos) só nos últimos 3 (três) anos, o que vem reafirmar a relevância e a aplicabilidade do tema da dissertação.

Inicialmente o estudo estava sendo dirigido para as embalagens do tipo cartonadas. Houve, porém necessidade de mudar o objeto de estudo devido à impossibilidade de conseguir uma empresa do setor que se dispusesse a aceitar o estudo proposto. Duas novas possibilidades surgiram, o setor de calçados e o setor moveleiro. Diante das opções, o objeto de estudo escolhido foi o mobiliário, mais precisamente produtos modulares em chapas de aço, devido à necessidade do setor em desenvolver produtos com características ambientais, porém viáveis economicamente. O estudo foi realizado em uma empresa situada em Minas Gerais, sendo desenvolvido junto a todos os setores da empresa, com uma atenção especial aos setores de projetos de produtos e de produção, envolvendo os profissionais da área (gerentes, engenheiros, projetistas, designers, entre outros).

Esta alteração não foi considerada prejudicial, pois o trabalho desenvolvido objetiva o estudo e aplicação de variáveis ambientais em qualquer tipo de produto. Portanto, está voltado mais para a viabilidade do uso das ferramentas estudadas que para o produto propriamente dito.

2.2. Estudo de Caso

A metodologia empregada para análise na empresa foi o Estudo de Caso, tendo como auxiliar a observação e a pesquisa participativa, a fim de responder questões previamente levantadas. Os dados obtidos através da observação, entrevistas e análise de documentação técnica foram registrados a fim de que o observador pudesse avaliar a realidade do problema descrito pela empresa e verificar hipóteses. Foram utilizadas, como apoio à observação, ferramentas de projeto e de avaliação do ciclo de vida de produtos aplicadas a um único produto da empresa.

2.3. Questionário

O modelo de questionário escolhido foi desenvolvido na Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN por pesquisadores em Engenharia de Produção e faz parte de uma pesquisa realizada em nível nacional, da qual este trabalho é parte integrante. Esta escolha baseou-se no fato de ser esse questionário abrangente, podendo ser então aplicado em empresas de quaisquer segmentos, sem distinção de ramo de atividade e/ou produto fabricado. A aplicação foi feita em forma de entrevistas junto aos gerentes das diversas áreas da empresa, sendo que nos setores de Projeto e de Produção foram entrevistados um número maior de funcionários, para que se pudesse perceber a fidelidade da comunicação entre os setores. Essas entrevistas têm como objetivo diagnosticar que visão os funcionários da empresa possuem em relação ao Ecodesign e verificar como se relacionam os diversos setores diante de um mesmo assunto. A pesquisa realizada pela UFRN se difere desta, pois avalia a visão de diversas empresas, aplicando o questionário em apenas um representante de cada uma delas e compara os resultados obtidos.

Foram realizadas 21 (vinte e uma) entrevistas num período de 5 (cinco) dias. A receptividade dos funcionários foi grande e todos se mostraram abertos para responder as perguntas. Para a aplicação do questionário foram agendados horários com duração prevista de 60 (sessenta) minutos e todos se mostraram disponíveis a questionamentos e a participarem de outras etapas da pesquisa, caso fosse necessário. A duração média de cada entrevista foi de 50 (cinquenta) minutos. O questionário está dividido em 3 (três) etapas relacionadas a seguir.

A primeira etapa trata do posicionamento estratégico da empresa, na qual são diagnosticadas a visão dos funcionários em relação aos Sistemas de Gestão da Qualidade e Ambiental, tanto na sua implantação, quanto em sua certificação, a importância do setor de desenvolvimento de produtos para a empresa e a existência de gerências focadas para a produção mais limpa.

Na segunda etapa da entrevista são levantadas as principais razões externas e ações internas que podem ou poderiam influenciar a empresa a incorporar questões ambientais no desenvolvimento de produtos. E conseqüentemente as principais barreiras que dificultariam essa incorporação.

Na terceira fase é avaliada a posição dos funcionários frente aos indicadores de Ecodesign. Esses indicadores são baseados na Roda Estratégica do DfE, enumeradas no Capítulo 3 desta dissertação. Os entrevistados deveriam optar entre as cinco alternativas dadas (sim, parcialmente, não, não se aplica ou não sabe), de maneira a posicionar a empresa frente ao questionamento.

CAPÍTULO 3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Desenvolvimento de Produtos

Neste capítulo é realizada uma análise caracterizando o tema Desenvolvimento de Produtos a partir da revisão de literatura. Além dessa análise, o capítulo mostra também a importância do Desenvolvimento de Produtos nas organizações enumerando seus vários benefícios, tais como, garantia do seu sucesso, sua sobrevivência e crescimento no mercado, além da melhor utilização e alocação de seus recursos.

Padrões diferenciados podem ser estabelecidos na criação de novos produtos tornando o potencial competidor da organização mais evidente, fazendo até com que essa conquiste dimensões de mercado ainda não experimentadas. Pode-se inclusive proporcionar a utilização de novas tecnologias no desenvolvimento de produtos e processos e identificar seus pontos fortes e fracos. Esses fatores são também um incentivo a todos que trabalham na organização, pois melhora as condições de trabalho, estabelece maior integração entre os grupos e melhora a comunicação entre esses.

O que acontece na maioria das vezes é a falta de comprometimento da organização em implementar um sistema de Desenvolvimento de Produtos, pelo fato de não conseguirem enxergar seus benefícios ou até mesmo de não conhecê-los, e de não conseguirem implementá-los de maneira adequada ao seu perfil. Esse capítulo traz maneiras mais apropriadas de se implementar este sistema obtendo finalmente sucesso. Apresentaremos o contorno do tema Desenvolvimento de Produtos mostrando a ótica da análise do mesmo e procedimento de diagnóstico para intervenção em sistema de desenvolvimento.

Segundo CHENG (2000), pode-se dividir o Desenvolvimento de Produtos em duas dimensões: horizonte de planejamento (eixo vertical) e o ciclo de desenvolvimento do produto (eixo horizontal). No eixo vertical tem-se três subdivisões:

estratégico, contínuo e operacional e no eixo horizontal abordada-se o produto desde a concepção da idéia até o seu lançamento no mercado.

Para o sucesso de uma organização é necessário que a mesma desenvolva produtos que garantam este sucesso. A organização deve identificar o tipo de projeto que a empresa deve desenvolver para atingir seu objetivo estratégico. É preciso verificar qual a tipologia da organização e quantos projetos de cada tipologia devem existir para que a empresa possa sobreviver. Pesquisas quantitativas e qualitativas podem ser realizadas para coletar estes dados. Existem, segundo GRIFFIN (1997), práticas que são consideradas boas para se alcançar estes objetivos, dentre elas temos o *survey*, que dá um “retrato” da situação atual da organização, e o trabalho de intervenção, que faz uma “filmagem” da situação, interferindo no processo para melhorá-lo. Algumas destas melhores práticas estão descritas ao longo do texto.

O *Portfolio* de uma organização, conforme descreve COOPER (1997a), é formado por seu conjunto de projetos. O *Portfolio* é trabalhado e desenvolvido pela alta administração, pois se trata de dados sigilosos e confidenciais, não envolvendo, portanto, o pessoal de produção. Os projetos que o compõem são cautelosamente escolhidos devido ao fato de terem um impacto direto na questão econômica da empresa.

Uma das perguntas principais seria como realizar o investimento de seus recursos (tempo, dinheiro, tecnologia) nos Processos e Desenvolvimento (PD) e em novos produtos para serem mais efetivos. Para isso a organização deverá descobrir e definir a estratégia correta de novos produtos, selecionar projetos vencedores e alcançar o balanceamento ideal entre projetos.

Segundo COOPER (op. cit.) a Gestão de *Portfolio* “é um processo dinâmico, em que uma lista de negócios de novos projetos é constantemente atualizada e revisada. Nesse processo, novos projetos são avaliados, selecionados e priorizados”. Projetos existentes podem ser acelerados, abortados ou ter suas prioridades alteradas e os recursos podem ser alocados e realocados nos projetos ativos. Pode-se realizar testes de aceitação de produtos a serem lançados para tomada de decisões quanto ao seu lançamento. A Gestão de *Portfolio* deve ser implementada quando a organização está

insatisfeita com a qualidade atual de seus *Portfolios* de projetos ou quando se têm diferentes projetos e mercados, em estágios distintos, com diversos períodos de duração, várias prioridades para chegar ao mercado (produtos inovadores), custos distintos e importâncias estratégicas diferenciadas para a organização. É comum nas organizações que muitas decisões sejam tomadas por emoções, princípios políticos, impulsos e opiniões, sem objetivos estabelecidos. Na maioria dos casos os recursos disponíveis são menores que o necessário frente aos inúmeros projetos existentes. Esses projetos muitas das vezes estão “sem foco” ou fora do alinhamento estratégico. Deve-se então buscar a maior eficiência de alocação de recursos. A pergunta é: Como controlar esses projetos?

Para um efetivo de gerenciamento de *Portfolio* devem ser estabelecidas metas para a seleção de projetos com o acompanhamento do diretores, comunicação eficiente e entendimento entre o diretores e gerentes.

De acordo com COOPER (1997b), os métodos de *Portfolio* devem ser usados apenas para exibir e classificar as informações e não para produzir uma decisão otimizada, levando em consideração as interações das metas e os competidores, não se tratando de modelos de otimização. São eles: a maximização de valores (modelo de pontuação), o balanceamento do *mix* de projetos (gráficos e diagramas) e o alinhamento do *Portfolio* com as estratégias de negócio (“baldes” estratégicos e checagem estratégica¹).

A Gestão acontece através de dois processos de decisão, enumerados pelo autor: estágios de decisão e revisão de *Portfolio*. No primeiro podemos incluir ou eliminar projetos do *Portfolio*, mensalmente ou quinzenalmente, voltado para os projetos em varejo, com uma visão focada, aplicado quando se deseja desenvolver bem os projetos; auxiliando assim o segundo processo no qual se obtém uma revisão global, checando os projetos (em média de 3 em 3 meses) e verificando se devem ou não continuar a fazer parte do *Portfolio*. É aplicado em projetos em atacado, com uma visão holística dos mesmos e deve ser usado para desenvolver os projetos certos. O sucesso de um produto às vezes é impedido pelo gargalo tecnológico ou de engenharia, e é preciso

¹ Não é objetivo deste estudo discutir estratégia de negócios, porém é relevante citar a importância de seu alinhamento com a Gestão de *Portfolio*.

superar este gargalo para vencer a concorrência, unindo técnica e intuição para obter sucesso no desenvolvimento de novos produtos.

COOPER (op. cit.), coloca quatro tipos de processo de Gestão que são: planejamento corporativo, em que os recursos da companhia são alocados entre as unidades de negócios, cada uma com sua missão e estratégia; o desenvolvimento estratégico em nível de unidade de negócios; o processo de novos produtos da unidade de negócios (*stage-gate*), que corresponde ao processo formal que conduz os projetos da idéia até o lançamento no mercado e a revisão de *Portfolio*, em que os projetos ativos e em espera são revisados e comparados uns com os outros, e quando se fazem recomendações de modelos de *Portfolio* para serem usados. O maior objetivo da Gestão é verificar em quais projetos e como se deve alocar os recursos na estrutura existente para atingir o espaço e dimensões pretendidas. O processo de alocação é dinâmico, depende dos interesses da organização e envolve etapas como “ranqueamento” dos projetos, *cutoff*, divisão de grupos, entre outros. O “ranqueamento” nada mais é que a ordenação por importância e ajuste de *Portfolio*; variáveis estas que dependem de critérios mercadológicos, financeiros entre outros de caráter oscilante. O *cutoff* é uma “linha” que divide os projetos que serão desenvolvidos, daqueles que não serão desenvolvidos. Isto ocorre quando se possui menos recursos que projetos. Os projetos sofrem uma priorização, sobrando assim, projetos que não possuem recursos para serem desenvolvidos. E, por fim, a divisão de grupos se refere à divisão de projetos em grupos de produtos, determinando os recursos disponíveis para cada grupo.

Uma vez definida a linha de produtos esta pode permanecer no mercado quando agregamos a ela novos valores com o objetivo de aprimorar o produto. Esta estratégia é definida por MEYER (1997) como Revitalização de Plataformas. Para isto pode-se utilizar a mesma estrutura e o mesmo processo, isto é, uma mesma plataforma, acrescentando ao produto determinados componentes que o direcionam para um mercado e cliente específicos. Este procedimento revitaliza a plataforma e facilita a fabricação, acelerando assim a entrada do produto no mercado. A revitalização das linhas de produtos pode proporcionar também o ganho de novos mercados.

Existem quatro estratégias de Revitalização de Plataformas. São elas: plataformas para nichos específicos de mercado, o qual não há compartilhamento entre

as plataformas; processo chave (alavancagem horizontal), com uma plataforma para produtos de custos diferenciados, de alta ou de baixa performance; escalonamento vertical, que acrescenta tecnologia e desempenho ao produto para que o mesmo possa competir com os concorrentes e a estratégia cabeça-de-ponte, que combina a estratégia vertical com a alavancagem horizontal (ponto estratégico que comanda o mercado).

Essas estratégias são importantes, pois as empresas que lideram fatias de mercado de alto custo precisam entrar no mercado de baixo custo para competir em todos os níveis. Muitas vezes pode-se também fazer uso dos “produtos de combate”, em que os fabricantes lançam produtos com marcas diferentes para combater o concorrente com um produto de boa qualidade e alta tecnologia.

Alguns critérios, segundo MEYER (op. cit.), devem ser tomados na revitalização de uma plataforma. Deve-se escolher o nicho de mercado e avaliar os aspectos como poder de compra, idade, etc, atingindo assim os segmentos desejados; definir segmentos com potencial de crescimento determinando dados por segmentos, como volume de venda atual, participação de mercado, etc; definir as plataformas de produtos importantes, focando seus esforços onde há possibilidades de crescimento; definir a nova plataforma de produto; realizar uma pesquisa intensiva das necessidades dos consumidores, descobrindo suas necessidades ocultas que podem ser o ponto chave para o novo produto; fazer uma análise de competição de produtos verificando como o seu produto está em relação aos seus concorrentes; entender as competências essenciais para a nova plataforma de produtos e formular o tempo de desenvolvimento da plataforma, linha de projeto e orçamento, com colaboração e envolvimento de uma equipe.

Para integrar os projetos específicos e os recursos disponíveis na empresa, CLARK e WEELWRIGHT (1993) afirmam que se pode utilizar o Plano Agregado de Projeto – PAP. O PAP auxilia no balanceamento dos projetos de desenvolvimento, das alocações de recursos dos marcos iniciais e finais de projeto, além de determinar como atingir, coletivamente, a estratégia da empresa. Seleciona os projetos que serão priorizados, os recursos relacionados, bem como o seu *Lead Time*². O balanceamento da

² *Lead Time*: tempo gasto desde a concepção da idéia até o produto ser lançado no mercado.

Gestão de *Portfolio* é diferente deste, pois a perspectiva do administrador é diferente da perspectiva do engenheiro de produção.

Na criação de produtos tem-se o conceito do produto como sendo inovador: para o mercado, é um produto que ainda não se conhece e para o processo de desenvolvimento, é um produto que a empresa não fabrica ou que requer uma tecnologia nova, não necessariamente um produto totalmente novo. A empresa precisa dimensionar seus recursos (financeiro, pessoal, tecnológico, etc.) de acordo com o número e o tamanho dos projetos. Este equilíbrio é encontrado através do PAP.

O PAP propicia a criação de uma estrutura no sistema da empresa e na implementação de uma estratégia de negócio. Sem sua utilização as organizações focam em projetos individuais deixando em segundo plano a estratégia dos esforços de desenvolvimento, lidando com problemas de curto prazo.

Segundo COOPER (1993), para realizar o desenvolvimento de novos produtos, a organização deve melhorar seus processos, desprezando o que não importa para a empresa. Vê-se então, a necessidade da formação de equipes multifuncionais para avaliar a aceitação do produto no mercado. Para haver inovação a organização deve aprender a administrar riscos, que podem ser minimizados através do aumento de informação.

A utilização do processo de *Stage-gate* neste cenário é viável, pois em cada *gate* ou “portal” existe um momento de reflexão e questionamentos para saber se é viável ou não a continuação do processo. O risco está presente em cada etapa do processo e pode ser analisado, reduzindo assim, a possibilidade de insucesso.

O *Stage-gate*, conforme descreve o autor, é uma estrutura formal do processo de desenvolvimento particular para cada organização. O fórum de decisão (*gate*) deve ser composto pelos gerentes e até mesmo pela alta administração. Desta maneira, pode-se usar este processo como uma maneira de se fazer correções ao longo de todo o processo e para tomada de decisões.

Para fabricar um novo produto, DOLAN (1993), ressalta que é importante que se saiba qual produto o cliente deseja e irá comprar. Deve-se identificar as necessidades explícitas e implícitas dos clientes e estas necessidades devem ser incorporados ao produto. O Teste de Conceito é importante para saber como vamos comunicar o conceito e pode influenciar na opinião do cliente.

Segundo o autor, existem seis maneiras de se comunicar um conceito, mas não existe uma maneira correta, pois depende do público e do produto. Pode-se usar palavras, imagens, palavras + imagens, combinados a um tom concreto ou persuasivo. No lugar da imagem pode-se concretizar o conceito usando um protótipo, pois quanto mais concreto maior é a percepção que se tem do produto. Diversos fatores devem ser avaliados, como por exemplo, local, quantidade mantida na embalagem, frequência de consumo, cultura, tamanho da embalagem, etc. Esta avaliação é feita através de pesquisas que têm uma forte relação com a real intenção de compra.

Em muitos casos, as figuras são mais eficientes que as palavras, pois a figura tenta mapear a cabeça do consumidor. É o que se chama de Mapa de Percepção. O método de Avaliação de Atributos – AR é composto por um mapa formado por atributos concretos (odor, sabor, estética) que devem ser pontuados (cada pessoa tem o seu mapa) de acordo com sua importância. O método de Semelhança Global – OS utiliza atributos subjetivos e seus dados passam por um tratamento estatístico.

Através destes processos pode-se avaliar a melhor fatia de mercado no qual se pode encaixar o produto, pois indicam a vulnerabilidade dos concorrentes. Servem para monitoramento do produto no mercado, pois indicam o estado atual do produto. Quando se percebe o conceito do produto fica muito mais rápido e eficiente direcionar os esforços para aumentar a performance de seu processo de desenvolvimento.

Outra forma de reconhecer as necessidades do cliente é a fazendo uso do Desdobramento da Função Qualidade – QFD. O QFD é uma ferramenta que tem como objetivo conectar a relação causa e efeito, desde a voz do cliente até os parâmetros de Marketing. Os parâmetros são diversos e deve-se saber mapear a relação de causa/efeito, isto é, mensurar, subdividir, desdobrar para obter a informação desejada. Este encadeamento é feito de forma estruturada proporcionando obter ao final a

tradução da “voz do cliente” para a qualidade exigida, como cita CHENG (1995). Não é restrito a tabelas e matrizes, mas sim uma forma de dispor os dados coletados, e os dados são processados através de várias ferramentas como FMEA³, FTA⁴, Engenharia de Valor⁵, etc. Posteriormente pode-se padronizar o processo para delinear os pontos que afetam a qualidade exigida.

Uma forma de lançar os produtos, após seu desenvolvimento, mais cedo no mercado é através da utilização do *Front-Loading*. Segundo THOMKE (2000) o *Front-Loading – FL Problem-Solving – PS* “é uma estratégia que procura melhorar a performance de desenvolvimento, através de mudança na identificação e resolução de problemas de projeto para as fases anteriores de um processo de desenvolvimento do produto”.

A performance dos processos de desenvolvimento de produto é medida junto ao *Lead Time*, ou seja, é a medida do tempo gasto desde a concepção da idéia até o produto ser lançado no mercado, envolvendo recursos como horas de engenharia, materiais e equipamentos. A velocidade do desenvolvimento do produto depende de características tais como, nível de recursos humanos; simultaneidade de tarefas; times multifuncionais; trabalho pré-desenvolvido e utilização de peças e plataformas.

THOMKE (op. cit.) acrescenta ainda que a resolução do problema de desenvolvimento de produto acontece num processo interativo e são dirigidos por experiências, tentativas e erros, guiadas pelo conhecimento de causa e efeito. Esta resolução se dá em um ciclo composto por cinco estágios:

1. Reconhecimento do problema: definição de meta;
2. Passo 1: projeto de alternativas que podem ou não incluir as melhores soluções possíveis, pois não há caminho definido;
3. Passo 2: construção de modelos ou protótipos;

³ FMEA é uma ferramenta de causa/efeito, que pode ser utilizada para identificar falhas críticas no projeto e no processo, diferenciando-se pelo objetivo da análise – CHENG (1995).

⁴ FTA é uma técnica que auxilia a identificar causa de falhas de um produto ou processo – CHENG (op. cit.).

⁵ Engenharia (ou Análise) de Valor: constitui-se da aplicação sistemática de técnicas reconhecidas que identificam a função de um produto ou serviço, estabelecem um valor para aquela função e objetivam prover tal função ao menor custo total, sem degradação – CSILLAG (1991).

4. Passo 3: experiências e testes, quando são conduzidos os experimentos dos protótipos construídos;
5. Passo 4: análise e avaliação, quando são analisados os testes finais e a avaliação é usada para revisar e refinar as soluções sob desenvolvimento e o progresso obtido neste passo buscando obter um resultado aceitável.

Quando os resultados não são satisfatórios, pode se modificar o experimento e “repetir” os passos novamente. A nova informação obtida através do ciclo de resolução de problemas é aspecto do resultado antes desconhecido e que não teve previsão do problema ou erro.

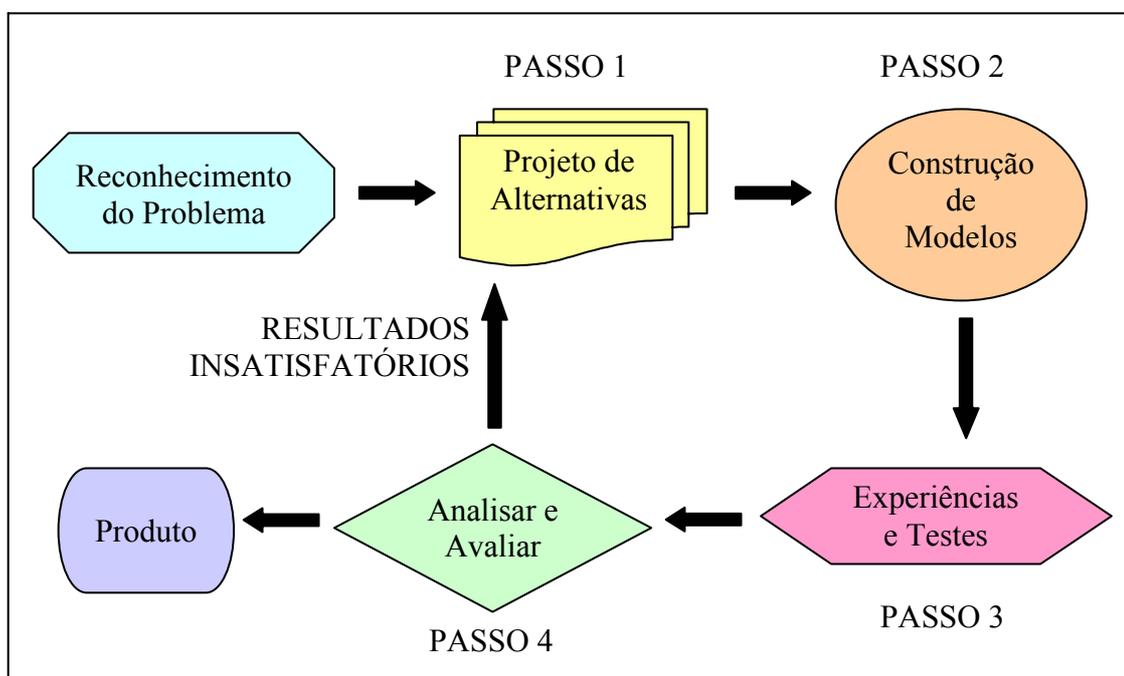


Figura 1 - Ciclo de Resolução de Problemas

Fonte - THOMKE (2000) - Adaptado pela autora

Esses ciclos podem ser de projeto, de construção, de teste e atividades de análise, envolvendo somente um projeto simples ou vários grupos de desenvolvimento. Inclui modelos de grande confiabilidade, têm uma estrutura hierárquica, incluem tarefas integradas e apresenta-se em modelo completo e incompleto, em que o modelo incompleto não pode incorporar todos os aspectos da realidade sendo assim econômico no sentido de reduzir investimentos.

A resolução de problemas pode ser antecipada por intermédio do *Front-loading*. Esta é uma estratégia de desenvolvimento efetivo envolvendo o tempo preciso e a fidelidade dos modelos de teste. Possibilita ainda, identificar problemas no início do processo de desenvolvimento, o que traz melhora da performance no desenvolvimento do produto.

O *Front-loading* pode ser realizado usando diferentes enfoques, como na transferência de conhecimento projeto a projeto. Envolve uma efetiva transferência do problema e a informação da solução específica entre projetos para reduzir o número total de problemas a serem resolvidos. Outro enfoque está na solução rápida do problema, utilizando níveis de tecnologia avançada e métodos, ferramentas computacionais combinadas com tecnologias tradicionais que permitem ciclos de resoluções de problemas mais rápidos e mais frequentes. Estes métodos aumentam o índice total dos problemas de desenvolvimento, identificados e resolvidos.

Para resolver um problema a solução precisa ser criada ou deve estar disponível. A disponibilidade da informação se dá a partir de problemas similares em projetos anteriores ou de problemas que se repetem durante o projeto. Muitas vezes a informação não é aproveitada. No caso de problemas similares resolvidos anteriormente este não aproveitamento se dá por negligência ao aprendizado de projetos passados e/ou por incapacidade de extrair as informações dos projetos, enquanto no caso dos problemas que se repetem a dificuldade está em criar a informação o mais cedo possível e em deslocar recursos para as fases primárias do desenvolvimento.

Ainda em se tratando de resolução de problemas, deve-se, segundo THOMKE (2000), criar formas de se resolver os problemas de modo iterativo⁶ usando simulação por computador e/ou protótipos físicos, projetando o produto, construindo seu protótipo, executando testes e analisando os resultados obtidos. Os protótipos se classificam como: alta fidelidade (*high-fidelity* ou h-f) e baixa fidelidade (*low-fidelity* ou l-f). Na utilização de um protótipo de alta fidelidade (h-f) não existe transferência de informações e a taxa de solução de problemas é constante. Para a informação ser

⁶ “Iterativo: adj. Que repete; que exprime ação repetida (gram.). Verbo iterativo é aquele que indica ação repetida ou freqüente, como por exemplo ‘saltitar’ // iterativo; -a; -os; -as / sub: iteração”. Fonte – BIDERMAN (1998)

transferida de projeto a projeto deve-se utilizar o protótipo de alta (h-f) e de baixa fidelidade (l-f) em conjunto diminuindo assim tempo e custo. O que ocorre muitas vezes é que as pessoas não sabem como usar a informação disponível, ou quando a possui, não têm dados específicos sobre o problema (ver Figura 2).

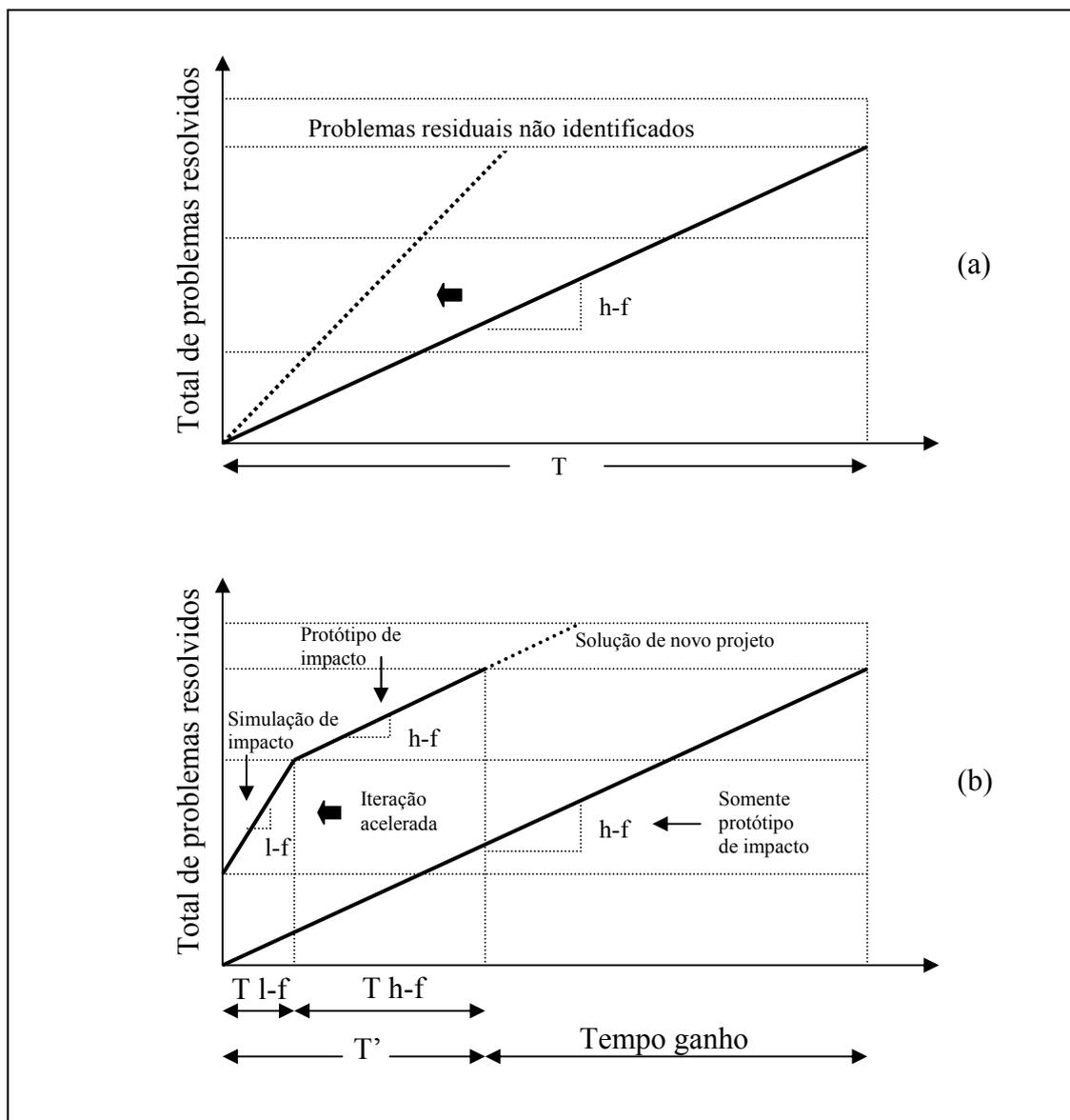


Figura 2 - Ciclos de solução de problemas com: (a) somente protótipo de alta fidelidade (h-f), sem transferência de conhecimento entre projetos; e (b) protótipo de alta (h-f) e de baixa fidelidade (l-f) em conjunto com transferência de conhecimento entre projetos e o uso de protótipos por simulação

Fonte - THOMKE (2000)

Com a utilização de ferramentas computacionais avançadas como o CAD/CAE/CAM/CAR⁷ tornou-se possível integrar o trabalho de centenas de pessoas, integrar projeto e produção. Através de *mock-up* (protótipo físico refinado) ou de digital *mock-up* (protótipo virtual em 3D) é possível identificar problemas antecipadamente, podendo realizar várias simulações em um pequeno espaço de tempo, com custos reduzidos e maior profundidade e qualidade da análise. Porém, este recurso só pode ser usado em testes mais simples.

É necessário que a empresa conheça e entenda explicitamente sua capacidade para resolver problemas sem sacrificar a qualidade de seus produtos. Um dos objetivos explícitos do *Front-loading Problem-solving* seria o deslocamento da identificação de problemas e sua resolução para as fases anteriores no desenvolvimento e a construção da capacidade de desenvolvimento, reduzindo o tempo e mantendo a qualidade.

A maneira mais eficaz de implementar a prática mencionada se dá através de ciclos contínuos (projetar, construir, testar), e em cada fase do processo de desenvolvimento, chamados Ciclos de Protótipos ou Prototipagem, como descrevem CLARK e WEELWRIGHT (1993). Estes ciclos trilham o caminho da idéia para o produto final e devem ser gerenciados em cada fase. Podem ser implementados em todos os níveis do sistema. Este sistema pode ser ainda desmembrado em subsistemas em que cada um encerra ciclos para os seus componentes. No gerenciamento destes ciclos é que se torna possível detectar os itens críticos do processo melhorando-o constantemente. O uso de protótipos concretiza a idéia e motiva os funcionários trazendo confiabilidade da idéia. A informação entra nesta fase de ciclos como fator determinante para eliminação de alguns ciclos, podendo reduzir o tempo de desenvolvimento.

Para se chegar ao ciclo final de prototipagem existem três abordagens: tradicional padrão, tradicional revisada e periódica (Figura 3). Nas tradicionais perde-se

⁷ CAD: Computer Aided Design – Projeto Assistido por Computador
CAE: Computer Aided Engineering – Engenharia Assistida por Computador
CAM: Computer Aided Manufacturing – Manufatura Assistida por Computador
CAR: Computer Aided Robotics – Robótica Assistida por Computador

muito de uma etapa para outra, pois há divisão de ciclos entre projetista e produção. Já na periódica há uma maior integração da área funcional e divisão dos ciclos em outros menores, realizando então, avaliações periódicas dos ciclos. Obtém-se, desta maneira, um considerável número de protótipos que permite testar e avaliar as funções do produto, melhorando o processo de desenvolvimento.

Em todos os parâmetros estudados vimos a evidente necessidade da integração interfuncional entre os diversos setores da organização. Esta integração tem como alicerce as atividades de comunicação (troca de informações) e provoca impacto nas atividades influenciando o processo de desenvolvimento. Para atingir uma performance apreciável, esta integração depende de custo, tempo, qualidade, esforço coletivo. O êxito dos projetos de produto e processo é alcançado quando existe a integração efetiva das atividades funcionais.

Segundo CLARK e WEELWRIGHT (op. cit.) “*os pontos a serem explorados são baseados na interação de: manufatura e engenharia de produto; engenharia de processo e engenharia de produto; administração e marketing*”. A articulação entre essas áreas, apoiada pela alta administração, resulta em melhora de resultados, pois os objetivos das equipes se tornam comuns, ocorrendo assim o ajuntamento de esforços, competências e habilidades num âmbito coletivo e de maneira organizada.

Os autores abordam quatro formas de organização estrutural: Equipe Funcional, Equipe Peso-leve, Equipe Peso-pesado e Equipe Autônoma⁸, que se diferenciam em um ou mais aspectos, tais como, autoridade, responsabilidade, competência, habilidades, relações interfuncionais e liderança. Cada equipe possui vantagens e desvantagens, eficiências específicas. Em uma empresa podem ser aplicados vários tipos de equipes de acordo com o tipo de projeto, desde que seja adequado ao seu desenvolvimento (ver Figura 3).

Aprender com os projetos de desenvolvimento dá condições à organização de sobreviver, compreender melhor a prática e melhorar a sua performance. Este

⁸ Não é objetivo desta dissertação caracterizar cada uma das equipes. Estas informações se encontram em CLARK e WEELWRIGHT (op. cit.) Cap. 8.

aprendizado se dá em nível organizacional ou individual ou por intermédio da Auditoria de Projeto conduzido por equipe interfuncional.

DIMENSÕES	MODELOS		
	Padrão tradicional	Revisado tradicional	Periódico
Direcionamento do esforço	Performance Técnica	Performance técnica/comercial	Performance de sistemas/integração interfuncional
Foco	Avaliar a intenção do projeto	Intenção do projeto/satisfação do cliente	Sistemas superiores de solução
Controle de Ciclos			
Cedo	Engenharia	Engenharia	Time peso-pesado
Intermediário	Engenharia	Engenharia	Time peso-pesado
Tarde	Manufatura	Manufatura	Time peso-pesado
Responsabilidade de Construção			
Cedo	Sub-contratado	Modelo de estabelecimento de engenharia	Modelo de estabelecimento de engenharia
Intermediário	Modelo de estabelecimento de engenharia	Modelo de estabelecimento de manufatura	Manufatura/Linha de produção
Tarde	Planta	Planta	Linha de produção comercial
Função/Envolvimento do cliente	Testes limitados para etapas atrasadas	Cedo: avaliação dos <i>mock-ups</i>	Cedo: Teste com protótipos junto ao consumidor
		Tarde: Sistema de avaliação	Tarde: Teste de campo extensivo com consumidor
Critério de testes	Cedo: funcionalidade por componente	Cedo: Funcionalidade/Fidelidade	Produto: funcionalidade do sistema
	Tarde: funcionalidade de sistemas	Tarde: Sistema de funcionalidade/Fidelidade	Processo: funcionalidade do sistema
Ligação da gerência ao "ponto"	Limitado: revisão de pontos baseado no calendário	Pontos fixos as etapas de projetos	Ciclos de prototipagem são os gerentes de pontos

Figura 3 - Dimensões da Prototipagem: Três modelos

Fonte - CLARK e WEELWRIGHT (1993)

A dificuldade de aprender é fruto de resultados ambíguos, mal entendidos e pouco caracterizados e da difícil conexão entre causa e efeito. Outro problema relevante é a falta de interesse em aprender com o projeto após o seu término e a evidência do resultado de interesse somente na conclusão do projeto. O que se deve é procurar descobrir os eventos críticos da organização durante o desenvolvimento dos projetos para superar os níveis de conhecimento existentes. Este é, portanto, um desafio para as organizações.

O foco da aprendizagem, de acordo com CLARK e WEELWRIGHT (1993), se divide em cinco categorias: problemas recorrentes, capacidades de execução de tarefas críticas, ligações entre setores diferentes, eficiência dos ciclos de projeto-construção-teste e tomada de decisão e alocação de recursos, em que se determina a natureza das observações e se levantam questões para o aprendizado.

O aprendizado individual, como o próprio nome já diz, favorece o crescimento próprio de quem faz a atividade e pode ser compartilhado com um pequeno grupo. Este tipo de aprendizado se dá naturalmente e a maior dificuldade está em captar e sistematizar o aprendizado entre as áreas funcionais, ou seja, o aprendizado organizacional. Este não ocorre de maneira natural no processo de desenvolvimento e depende do esforço de setores que não estão envolvidos diretamente no problema. Para cada etapa do desenvolvimento devem ser capturados os *insights* e deve-se procurar entendê-los para determinar mudanças no processo. Desta forma é possível aprender em cada etapa e antecipar a resolução de problemas.

Existem cinco caminhos, propostos pelos autores, que auxiliam na introdução de novas capacidades, na captura e armazenamento do que foi aprendido. São eles: procedimento, técnicas e métodos, processo, estrutura, princípios (conceitos, idéias e valores). O aprendizado se dá também por intermédio da Auditoria de Projeto. A Auditoria consiste em uma revisão sistemática do projeto, conduzida por um time interfuncional, composto por um líder e por pessoas-chaves envolvidas no projeto. Auxilia a organização a aprender com suas próprias experiências. Através deste método a organização “*revisa os projetos, conduz entrevistas, discute, analisa e sintetiza os insights*”, faz recomendações a respeito do que precisa ser mudado no processo de desenvolvimento, propondo ações em um (ou mais) dos cinco caminhos citados

anteriormente; além de construir questões em torno das categorias a serem aprendidas, compartilhando estas informações.

A aprendizagem de maneira geral auxilia a organização a preservar seus pontos fortes e eliminar ou melhorar os fracos de maneira mais rápida e mais eficiente e melhora o clima de envolvimento dos funcionários com os projetos existentes, possibilitando um aprendizado organizacional em todos os níveis. Com este tipo de resultado, melhoram as condições de se aplicar as técnicas de *Front-Loading Problem-Solving* com maior eficácia e rapidez, pois esta depende também de informações existentes, como já foi dito.

Para o efetivo sucesso competitivo, a organização deve ter condições de construir sua capacidade de desenvolvimento. Esta construção depende da habilidade e do papel desempenhado pela alta administração. Não se trata de um processo estático, assim como todas as etapas do processo de desenvolvimento, mas deve ser um processo dinâmico, contínuo e permanente. Depende diretamente da vontade e persistência de todos e leva-se tempo para se encontrar soluções para adquirir esta capacidade.

Ainda segundo CLARK e WEELWRIGHT (op. cit.), quatro enfoques podem ser colocados para construção da capacidade. São eles: criar uma estratégia de desenvolvimento; mudar o processo de desenvolvimento; adquirir habilidade e competência em uso de ferramentas e o projeto demonstração.

A construção da capacidade de desenvolvimento inclui diferentes oportunidades e riscos, focados na melhoria da capacidade de desenvolvimento, através da criação de novas formas de trabalho. A criação de estratégia de desenvolvimento é mais apropriada quando se tem linha de produto complexa ou quando a organização tem experiência em aumentar os requerimentos de desenvolvimento face à contenção de recursos. Criar um processo de desenvolvimento consiste em focar recursos existentes, estabelecer prioridades e requer redução do número total de projetos. Pode-se utilizar ferramentas de maneira efetiva e como complemento.

Mais de um enfoque pode ser usado e é parte de um grande processo de mudança organizacional não apenas em sistemas e procedimentos, pois dependem intrinsecamente do comportamento humano.

Existem diferentes modos de lançar um programa de melhoramento contínuo na capacidade de desenvolvimento. A melhora de performance requer atenção para diferentes elementos que atravessam funções, disciplinas e organizações. Existem três formas de liderança gerencial: modo um, procurando alívio; modo dois, estreitando a diferença; modo três, procurando e construindo vantagem competitiva duradoura. O quadro da Figura 4 traz uma comparação das três formas de liderança sob alguns aspectos.

Ao longo desta análise sobre Desenvolvimento de Produtos foi possível perceber que existem diversas práticas que podem ser aplicadas a uma organização para o seu sucesso. Em todas as práticas foram percebidos objetivos e características comuns e que podem estar articulados. Dentre eles pode-se destacar a interfuncionalidade, a melhora de comunicação e da troca de informações, a geração de aprendizado, o aumento da performance de desenvolvimento e produção, a redução do tempo de desenvolvimento, a redução de custos, o aumento da margem de lucros, a antecipação das soluções de problemas, o trabalho em equipes, a motivação dos funcionários, o direcionamento de projetos, a escolha dos melhores projetos, a percepção das necessidades dos clientes, a alocação de recursos financeiros, tecnológicos e de recursos humanos, entre outros. Todos estes aliados em um único fim: o sucesso e a permanência do produto no mercado e da empresa no sistema produtivo. A partir daí é possível compreender melhor o processo de Desenvolvimento de Produtos e identificar falhas no processo, contando, portanto, com um “leque” de opções para melhoria e aumento de sua performance.

	Modo Um	Modo Dois	Modo Três
Visão	curto prazo	comparação com os concorrentes	ampla, de curto e longo prazo
Foco	produto	introdução de sist. Cad ou progr. Educacional	produto e processo
Objetivo	mudar a imagem do produto	fazer produto mais efetivo para os competidores	mudar posição compet. da empresa, reforço e capacitação do bom
Impacto	improvável ser duradouro	média duração	mudanças imediatas em caminho duradouro
Liderança	-	é substantivo	é verdadeiramente substantivo
Desvantagens	não se preocupa com o Processo de Desenvolv.	perde benefícios a longo prazo	-
Vantagens	-	capta temas importantes e constrói capacidades	faz coisas novas e melhores, cria diferenças à frente dos competidores, desen. como parte integral das estratégias

Figura 4 - Comparação das três formas de liderança sob alguns aspectos

Fonte - CLARK e WEELWRIGHT (1993) - Adaptado pela autora

3.2. Metodologias de Projeto

O setor de projetos, segundo SCHEER (1993), é o órgão da empresa que se responsabiliza pela elaboração de novos projetos, adaptação de já existentes, projetos de variações e projetos normalizados e fixos. Durante o processo de elaboração de um projeto existem as etapas de concepção, desenvolvimento e detalhamento. A fase de concepção é aquela em que se analisa e avalia as especificações de um projeto. O desenvolvimento é a fase na qual se cria o conceito do produto, se constroem protótipos e se desenvolvem soluções. Na fase final de elaboração, é feito o detalhamento dos

componentes do produto. Porém é conveniente que o processo de elaboração de um projeto não seja encarado de forma tão simples, pois em muitos casos são realizados projetos de produtos mais inovadores que requerem implantação de tecnologias mais avançadas, não se limitando apenas à melhoria de projetos já existentes.

O ponto de partida para se obter um produto é a reunião de informações que geram idéias. A partir daí é preciso se criar formas de materializa-las. As informações, porém, devem ser estruturadas de maneira sistemática e organizada, ou melhor de forma metodológica. BLESSING (1994) ressalta que a chave para o sucesso de qualquer projeto é dar uma atenção especial às fases iniciais do processo projetual, e completa ainda, dizendo que, ao se implementar em uma empresa metodologias de projeto, realiza-se processos projetuais mais “*conscientes, efetivos e eficientes*”, além de conduzir para um progresso regular e controlado. Conscientes, pois as pessoas envolvidas têm conhecimentos da metodologia e a utilizam para planejar e revisar; efetivos, por que resultam em produtos que atendem às necessidades; e eficientes, por realizarem uma alocação apropriada dos recursos existentes. Focar tanto no processo projetual quanto no produto, permite à empresa não só monitorar o processo, mas também escolher métodos, ferramentas e suportes computacionais relevantes às suas necessidades.

Segundo a autora, o projeto pode ser aprimorado quando se dá atenção ao processo projetual, não sendo mérito unicamente da tecnologia adotada, estratégias de marketing e do produto em si, pois “*a qualidade do produto depende da qualidade do processo*”. Utilizar metodologias de projeto garante a eficácia do projeto, pois assegura que o nível de integração entre os envolvidos no processo seja alto e é importante para o sucesso do produto. O limite de tempo para conclusão de um projeto deve ser respeitado, pois exceder este limite pode causar impactos graves no orçamento da empresa; muito maiores que aqueles causados pelo alto custo de produção ou pela extrapolação de recursos. Portanto metodologias mostram sua eficiência direcionando as modificações de projeto para as fases iniciais, reduzindo *Lead-time*, custos e o número de iterações a serem realizadas.

As ferramentas computacionais podem auxiliar no aumento da eficiência e da eficácia do processo projetual, pois através delas é possível armazenar, registrar e

recuperar informações com mais rapidez, como por exemplo, desenhos técnicos. Quando se consegue recuperar uma informação ganha-se tempo e facilita-se a comunicação entre os envolvidos no projeto, podendo influenciar na qualidade do produto. O processo projetual genérico sugerido por MEDEIROS (1981) é o seguinte:

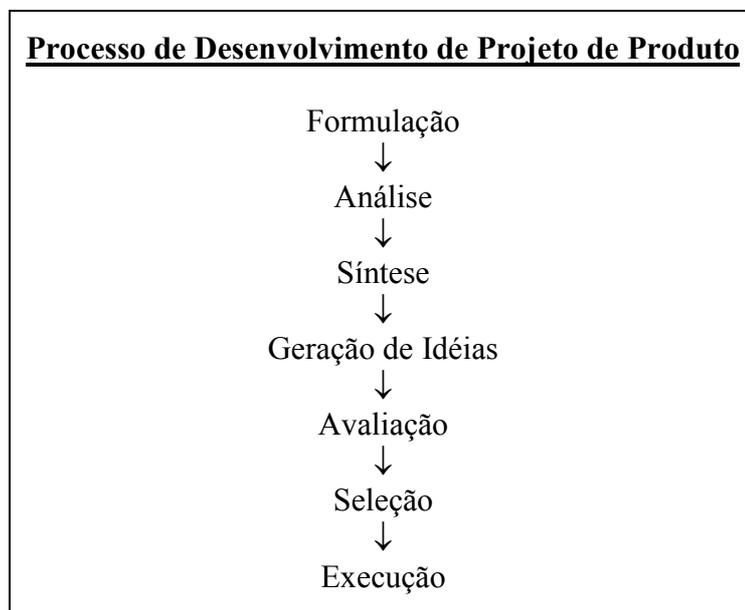


Figura 5 - Processo de Desenvolvimento de Projeto de Produto

Fonte - MEDEIROS (op. cit.)

ROMEIRO (1997) e BLESSING (op. cit.) comentam que existem metodologias de projetos de produtos que podem ser adotadas em empresas de quaisquer segmentos, mas muitas delas estão dispersas na literatura, o que dificulta a sua acessibilidade. MUNARI (1975) comenta que o designer escolhe a metodologia que melhor se adapta ao seu projeto, sem que esta interfira em seu processo criativo. Para a concepção de um projeto deve-se utilizar não somente uma metodologia adequada, como também, tecnologias e matérias-primas disponíveis e viáveis economicamente. Além disso, BLESSING (op. cit.) atenta para o fato de que cada passo do processo projetual pode lançar mão de uma metodologia mais adequada à etapa. Para isto é necessário que se tenha uma estrutura do processo projetual definida, em que as especificações para o produto são usadas para auxiliar na escolha das metodologias.

ROMEIRO (op. cit.) chama atenção para o fato de que algumas propostas metodológicas sugerem que etapas paralelas sejam realizadas de acordo com a disponibilidade da equipe de projeto e do tempo. Ora, este fato leva a crer que são

necessárias várias equipes de projeto especializadas e não uma única, para que atividades paralelas sejam cumpridas num tempo considerado hábil. O autor ainda aponta para o fato destas equipes necessitarem de bom gerenciamento, para garantir a fidelidade das informações que circulam entre os grupos e dentro deles. Para isto pode-se formar pequenos grupos e uma estrutura que permita a sua interação como, por exemplo, reuniões periódicas e proximidade física entre os membros dos grupos. Esta solução fica restrita diante dos processos projetuais que envolvem um grande número de pessoas, até mesmo fora dos limites físicos da empresa. Deve-se buscar novas estratégias e soluções que promovam a interação das equipes contribuindo para o sucesso do projeto, como a realização de *“relatórios técnicos, memoriais de cálculo, memoriais descritivos, especificações, plantas, esquemas, desenhos técnicos de detalhamento e montagem”*. Outras formas de facilitar esta comunicação, e de enfrentar outros problemas relativos ao desenvolvimento de produtos, como tempo de desenvolvimento, transmissão de conhecimentos, utilização de ferramentas computacionais, entre outros; já foram tratados no item 3.1 (Desenvolvimento de Produtos) desta dissertação, justificando-se, portanto, a sua importância para as atividades projetuais.

BLESSING (1994) propõe uma metodologia de apoio computacional que está calcada em algumas questões, por ela relacionadas. A questão central da pesquisa é:

“Qual modelo de projeto pode ser usado para desenvolver um processo-base de sistema de apoio computacional para projetos de engenharia que melhora o processo projetual?”

As demais questões são as seguintes:

1. *“Quais são as características para fazer com que o processo projetual seja mais efetivo e eficiente de acordo com a literatura de projeto prescritiva?”*
2. *“Quais são as características de sucesso do processo projetual, em que contexto pode funcionar cada sistema de apoio e quais são as características do processo projetual executadas pelos projetistas?”*
3. *“Quais são as características que prevêm o tipo de apoio computacional?”*

4. *“Quais são as necessidades deste apoio computacional, e qual combinação de características da teoria e prática pode dirigir o sistema?”*
5. *“Qual modelo de projeto é apropriado para ser o centro do sistema?”*

O modelo está dividido em etapas. A primeira etapa, baseada nas questões 1 e 2, identificam características de projeto que o tornam efetivo e eficiente (modelo prescritivo) e suas características atuais (modelo descritivo).

A visão fornecida pelo modelo prescritivo é considerada por muitos, idealista, mas, no entanto, são baseadas em experiências práticas, não podendo ser a única fonte de informação para a construção do modelo. Sua desvantagem é que o nível de abstração pode ser grande, não considerando detalhes relevantes para se desenvolver um apoio computacional. Já o modelo descritivo, relata como o projeto está sendo executado no momento, porém estes modelos são ainda escassos e os que existem, não contribuem necessariamente para tornar o processo projetual efetivo e eficiente. Em adição pode-se realizar um estudo de caso na indústria para complementar as informações. Diante dos fatos apresentados é preciso combinar os dois modelos a fim de se obter dados suficientes para o apoio computacional.

Na segunda etapa, em resposta à pergunta 3, são especificadas as características de apoio para base computacional, utilizando ferramentas de projeto e a visão do apoio calcadas do processo projetual.

A pergunta 4 responde à terceira etapa do modelo, identificando necessidades e funções para dirigir o sistema de apoio. Nesta etapa as características de projeto são classificadas e combinadas, para então serem separadas em características de apoio, prevenção e inclusão nos relatórios.

A quarta etapa é o resultado da descrição funcional do sistema e trata de desenvolver o modelo de projeto no qual o sistema de apoio pode se basear, respondendo à questão 5. Depende da interação entre projetistas e sistema.

Na última etapa determina-se a utilidade e aplicabilidade da metodologia base do processo para apoio computacional do projeto (PROSUS).

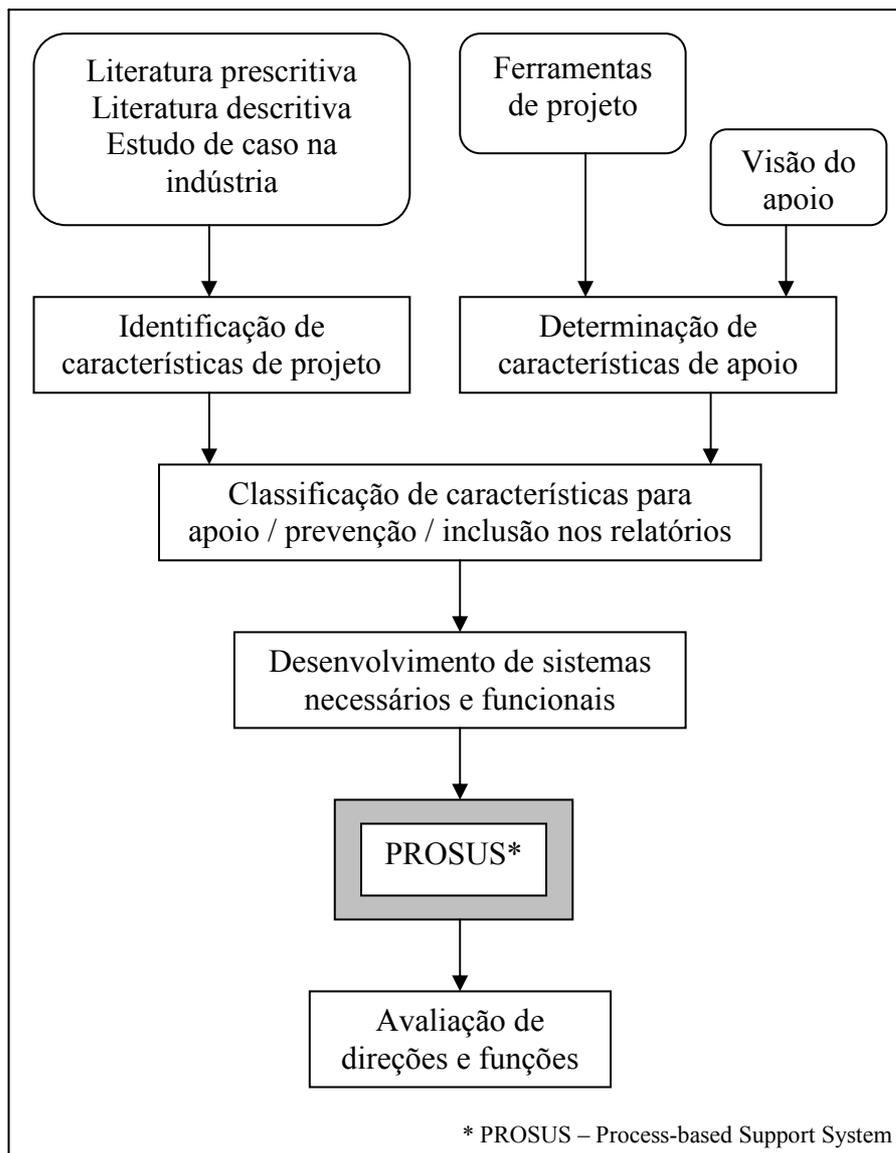


Figura 6 – Modelo de Metodologia

Fonte - BLESSING (1994)

Para se fazer a classificação das características, a autora propõe um modelo de processo genérico, como se segue na Figura 7.

O modelo tem como ponto central o processo projetual, que tem início no problema e resulta na descrição completa do produto, ou seja, parte-se da idéia até se obter a sua materialização, que nada mais é que o produto em si. Esta descrição traz todas as fases do ciclo de vida do produto, relatando todos os seus estágios e problemas. O processo projetual se divide em estágios, atividades e estratégias.

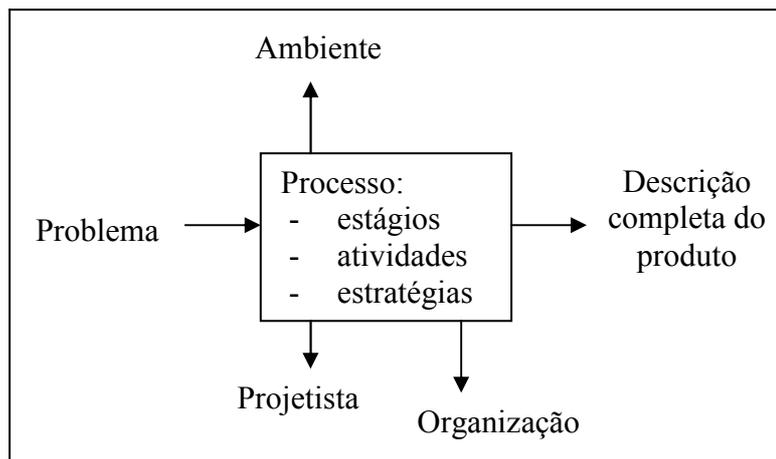


Figura 7 - Modelo de Processo

Fonte - BLESSING (1994)

Na fase dos estágios, o processo projetual base é subdividido e descrito. São encontradas várias formas de subdividi-lo, mas no geral esta subdivisão ocorre em três etapas: definição do problema, conceito do produto e detalhamento de projeto. Para separar as características em categorias diferentes é preciso realizar algumas atividades como, seleção, modificação, documentação, armazenamento de informações, utilizando para tal, metodologias e ferramentas. As estratégias são a seqüência que deve ser adotada para os estágios, e o planejamento e execução de cada atividade.

Outros pontos influenciam o processo projetual, como a organização (empresa), métodos de produção disponíveis, a natureza do setor industrial, o volume de produção, o ambiente em que a empresa está inserida (macro ou microeconomia), tipo de projeto e pessoal técnico.

Por fim, a metodologia relatada pode ser aplicada em projetos de níveis diferentes de complexidade. *“Diferentes tipos de problemas de projeto causam diferenças no processo projetual”*. O modelo consiste em uma base de apoio para qualquer processo projetual.

3.3. Avaliação do ciclo de vida

3.3.1. Desenvolvimento Sustentável

O crescimento econômico a partir do modelo ocidental capitalista causa diversos efeitos sobre o homem e o ambiente. A insustentabilidade dos ecossistemas, a escassez de recursos naturais, a geração de rejeitos e resíduos, entre outros aspectos, inviabilizam o atual modelo de desenvolvimento econômico, em que os custos ambientais e sociais são ignorados em função da produção de riqueza que objetiva a redução de custos, a maximização dos lucros e alimentação do próprio mercado. Como consequência pode-se perceber um aumento considerável de resíduos na água, no solo e no ar, além da perspectiva de uma já observada e crescente, escassez de recursos naturais. A escassez energética, surgida principalmente a partir da primeira grande crise do petróleo, no início dos anos setenta, é a melhor demonstração da aparente falência do modelo econômico atual. Parece evidente, a partir dos fatos observados, que para um real benefício da humanidade, desenvolvimento e ecologia devem ter conceitos afins, através da agregação de atributos de sustentabilidade ao modelo atual.

A solução para os problemas ambientais não deve se prender, porém, somente à inovações tecnológicas, mantendo o mesmo ritmo de exploração de recursos e produção de resíduos. Há necessidade de implementar, desde o projeto de produtos e regulamentação social, variáveis ligadas às questões ambientais e à qualidade de vida da população, não somente aquelas diretamente relacionadas ao uso dos produtos e tecnologias, mas a todos aqueles, mesmo que indiretamente, influenciados. Desta forma, dentro de uma abordagem que privilegie uma visão global, podem-se criar condições que viabilizem um enfoque “ambiental” para produtos e processos, tornando-os “*ambientalmente viáveis*” e sustentáveis ao longo de seu ciclo de vida.

O Desenvolvimento Sustentável busca, desta forma, propor modelos apropriados a uma interação dinâmica e harmoniosa entre o homem e a natureza, visando uma redefinição do desenvolvimento centrado na questão sócio-ambiental. MAGALHÃES (op. cit.) coloca que o conceito de Desenvolvimento Sustentável “*abrange simultaneamente cinco dimensões de sustentabilidade:*

- *Social: que se traduz pela igualdade de direitos e oportunidades;*
- *Econômica: caracterizada pela alocação mais eficiente dos recursos da produção;*
- *Ecológica: que se coloca em favor da harmonização do desenvolvimento e da preservação ambiental, com atenção aos limites dados pela capacidade de suporte dos sistemas envolvidos;*
- *Espacial: dada pela distribuição mais racional das atividades produtivas e sociais no espaço físico, com ênfase no equilíbrio entre o meio rural e o urbano;*
- *Cultural: ligada à questão dos valores da sociedade, da educação, da pluralidade de interesses e necessidades humanas, das peculiaridades de cada sistema cultural”.*

O Desenvolvimento Sustentável requer assim, uma visão holística do produto e dos processos produtivos envolvidos, indo desde a concepção (ou da observação de uma necessidade a ser atendida) do produto até a sua reciclagem ou reutilização. Não se admite nesta nova abordagem, que busca atender às necessidades da sociedade contemporânea, o mero descarte de produtos, sem que um destino adequado seja proposto já no momento de concepção, e que os resíduos oriundos dos processos intermediários do ciclo de vida sejam efetivamente evitados, reduzidos e/ou controlados. Acredita-se, desta forma, que um dos caminhos para a redução da degradação ambiental pela fabricação, utilização e descarte de produtos industriais esteja em incorporar ao produto em desenvolvimento, características que minimizem seu impacto ambiental, evitando a necessidade de sistemas de tratamento ou reaproveitamento de resíduos.

Para que estes objetivos sejam alcançados, algumas metodologias, como a avaliação do ciclo de vida e o *Design For Environment – DfE* ou Projeto para o Meio Ambiente, foram especificamente desenvolvidas. A incorporação destas metodologias ao projeto do produto, contribui para uma produção menos agressiva ao meio ambiente. Cabe às equipes de projeto identificar, hierarquizar e coordenar o atendimento das necessidades dos diversos níveis de usuários (ou clientes) envolvidos com o produto, dentro de uma abordagem cada vez mais ampla. Esta abordagem requer

necessariamente formas peculiares de ação, bem como a aplicação de metodologias próprias, visando a adequada solução para problemas que são progressivamente complexos. A ação do projeto de produtos, nos dias atuais, incorpora novas variáveis, como a necessidade cada vez maior de atributos “sustentáveis” ao produto, que permitam o menor impacto possível ao meio ambiente e o surgimento de soluções criativas e diferenciadas em um cenário de concorrência cada vez mais acirrada, em mercados cada vez mais exigentes e competitivos. É flagrante a crescente observação pelos consumidores, em especial em países europeus, de atributos “ecológicos” associados aos produtos como elemento diferenciador para sua aquisição.

O produto, por ser fruto de um projeto, pode representar um serviço, um bem de consumo, um empreendimento ou instalações de uma empresa. Tendo em vista as condições ambientais atuais, como a ameaça de esgotamento dos recursos naturais existentes, problemas relacionados à sua renovação, bem como os danos ambientais causados pelo descarte aleatório de produtos, é necessário realizar uma avaliação sobre a destinação final do produto após sua desativação, em que os projetistas e fabricantes deverão ter responsabilidade direta sobre os rejeitos.

É importante ressaltar que as práticas ambientais dos países desenvolvidos, ao serem aplicadas em países em desenvolvimento, devem sofrer adaptações, pelo fato de possuírem diferentes limites para o crescimento, tanto no aspecto social quanto no aspecto ambiental e econômico.

O projeto do produto deve englobar as diferentes fases do seu ciclo de vida: o fornecimento de matéria prima, destino dos resíduos gerados na fabricação, em seu uso e após sua desativação. Deve haver uma íntima ligação entre projeto, desenvolvimento do produto e homem – meio ambiente, para que o projeto seja considerado bom.

Os aumentos constantes do consumo de energia e recursos naturais, e da geração de resíduos e emissões estão atrelados à crescente demanda por produtos, consequência direta das estratégias de marketing. Existem soluções para redução da geração descontrolada de resíduos. A otimização do processo e o uso do produto com base na extensão da sua vida útil, por exemplo, contribuem para a minimização de

resíduos gerados. Após a desativação do produto deve ser prevista sua reciclagem, reutilização ou reabilitação utilizando para tanto uma tecnologia apropriada para tratamento e disposição final do produto e seus resíduos.

3.3.2. O que se entende por avaliação do ciclo de vida

A avaliação do ciclo de vida de um produto contempla desde o seu nascimento, ou seja, a extração de matérias-primas até a sua destinação final, tanto na forma de co-produtos⁹ como de rejeitos, e as conseqüências ao meio ambiente que sua vida acarreta.

De acordo com DUARTE (1997), a *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* – SETAC, apresenta a seguinte definição para a avaliação do ciclo de vida:

“A avaliação do ciclo de vida é o processo objetivo de avaliar as cargas ambientais associadas com um produto, processo ou atividade através da identificação e quantificação do uso de energia e matéria e de emissões ambientais, o impacto do uso da energia e material e das emissões, e a determinação de oportunidades de melhorias ambientais. A avaliação inclui todo o ciclo de vida do produto, processo ou atividade, envolvendo extração e processamento de matérias-primas; fabricação, transporte, e distribuição; uso/reuso/manutenção; reciclagem; e disposição final”.

Segundo CHEHEBE (1998), a avaliação do ciclo de vida é uma técnica utilizada para avaliar os aspectos ambientais e os impactos que estão associados a um produto, englobando todas as etapas do sistema produtivo, desde a extração da matéria-prima (berço) até a disposição final do produto (túmulo) como mostra a Figura 8, podendo ser denominado ainda, como uma abordagem denominada “berço-

⁹ Co-produtos são produtos re-aproveitáveis através de reciclagem ou de reutilização para outros fins para os quais não foi projetado.

reencarnação”, ou seja, até o retorno para o sistema produtivo, como cita RAMOS (2001).

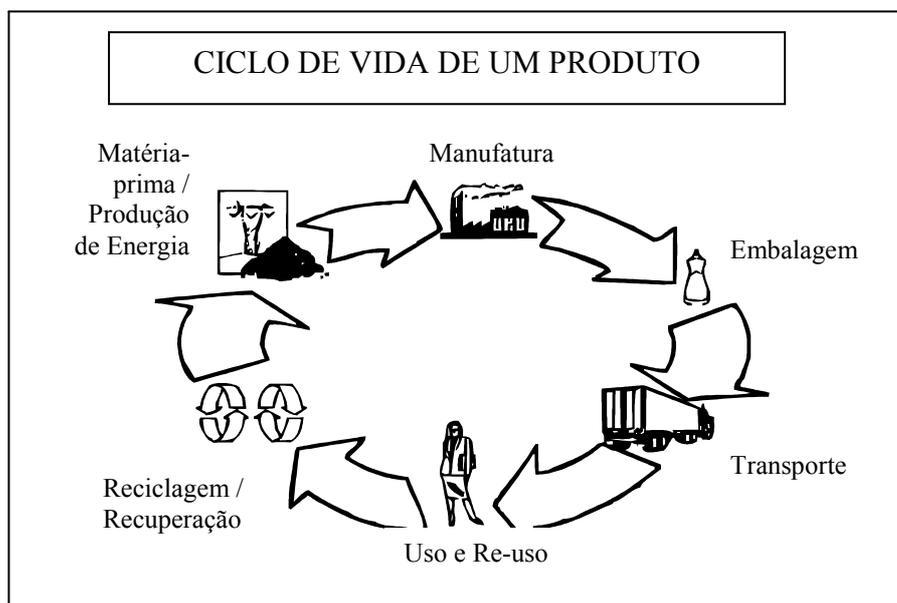


Figura 8 - Ciclo de Vida de um Produto

Fonte - CHEHEBE (1998)

A avaliação do ciclo de vida é definida por PRATES (1998) e por VENZKE(2002), como uma abordagem holística que analisa o sistema como um todo, em torno de um determinado produto. A análise leva em consideração a extração de matérias-primas; o processamento; a manufatura; o transporte e a distribuição; o uso e o reuso; a manutenção; a reciclagem e o gerenciamento de resíduos. Além destas considerações, MAGALHÃES (1998) destaca os itens energia, recursos naturais e resíduos, e leva em consideração as conseqüências para o homem e para o ambiente, ou seja, analisa o sistema produtivo e o meio ambiente, como mostra a Figura 9.

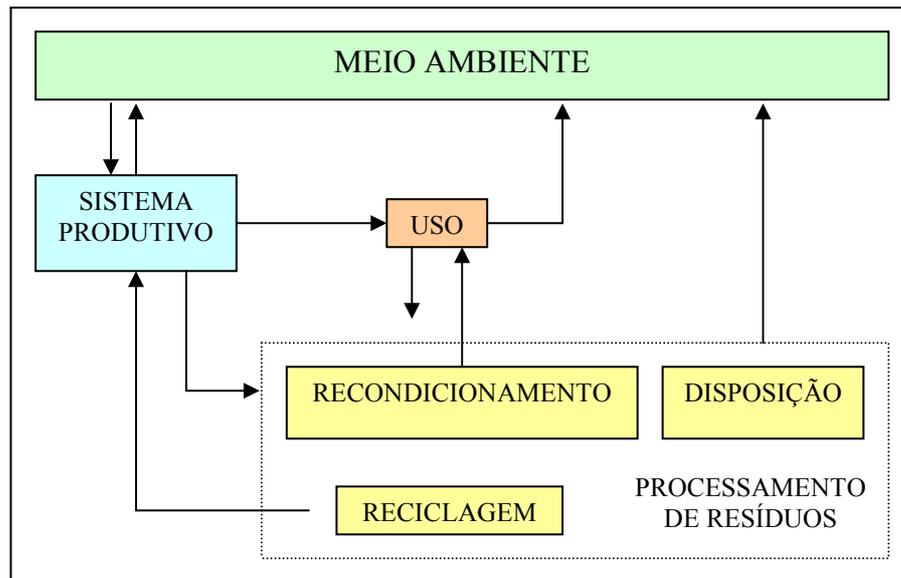


Figura 9 - Relação do Sistema Produtivo X Meio Ambiente

Fonte - MAGALHÃES (1998)

Para o sistema de produção e consumo, incluindo o uso do produto, sua distribuição, transporte e destinação final, são enumeradas suas entradas e saídas. O produto provém da Biosfera na forma de matéria-prima, energia e recursos e retorna para ela na forma de emissões de gases poluentes, resíduos sólidos e co-produtos, como mostra a Figura 10 a seguir:

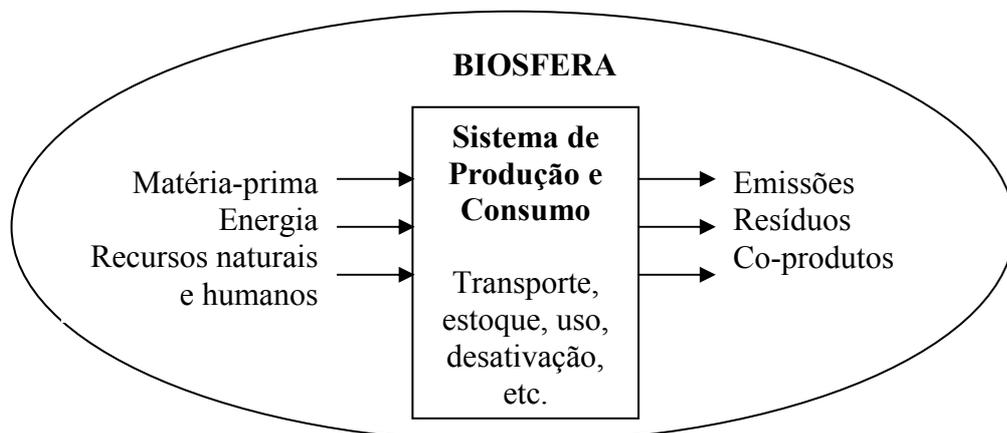


Figura 10 - Entradas e Saídas do Sistema de Produção e Consumo

Fonte - MAGALHÃES (op. cit.)

A avaliação do ciclo de vida auxilia na tomada de decisões de caráter estratégico, proporciona ganhos no controle dos processos, otimiza processos

produtivos, compara alternativas dentro e fora empresa, permite o armazenamento de informações, auxilia na escolha de matéria-prima adequada, entre outros.

As fases da avaliação do ciclo de vida com base na norma ISO 14040, descritas na literatura por CHEHEBE (1998), DUARTE (1997), MAGALHÃES (1998), PRATES(1998), RAMOS (2001) e VENZKE (2002), são definidas conforme segue e como mostra a Figura 11:

- Definição de Objetivos e Escopo: define as fronteiras do sistema produtivo e avalia os impactos ambientais durante todo o ciclo de vida do produto;
- Análise do Inventário: determina e quantifica as entradas e saídas do sistema produtivo e do ciclo de vida do produto (matéria-prima, energia, efluentes, emissões, resíduos sólidos, líquidos e gasosos, etc) para o meio ambiente. É importante que se faça um fluxograma do sistema produtivo que está sendo analisado envolvendo as fases de aquisição de matéria-prima, processo de fabricação, uso/manutenção e reciclagem/tratamento de resíduos. Por fim deve ser feito um relatório sobre os resultados obtidos para servir de apoio na classificação de impactos relevantes;
- Análise dos Impactos: nada mais é do que uma interpretação dos dados inventariados, prevendo os efeitos que podem ser causados ao meio ambiente e à saúde do homem. Esta fase se subdivide em: classificação (agrupamento dos dados do inventário e a classificação de suas categorias de impactos), caracterização (quantificação dos efeitos dos impactos), normalização (comparação das categorias de impactos) e valoração (atribui-se valores às categorias de impactos já classificadas, caracterizadas e normalizadas, comparando-as e classificando-as por ordem de importância);
- Interpretação: trata as informações obtidas nas fases de Análise do Inventário e Análise dos Impactos, selecionando indicadores de desempenho, que possibilitam identificar impactos ambientais a serem reduzidos e descobrindo oportunidades de melhoria do produto e do processo.

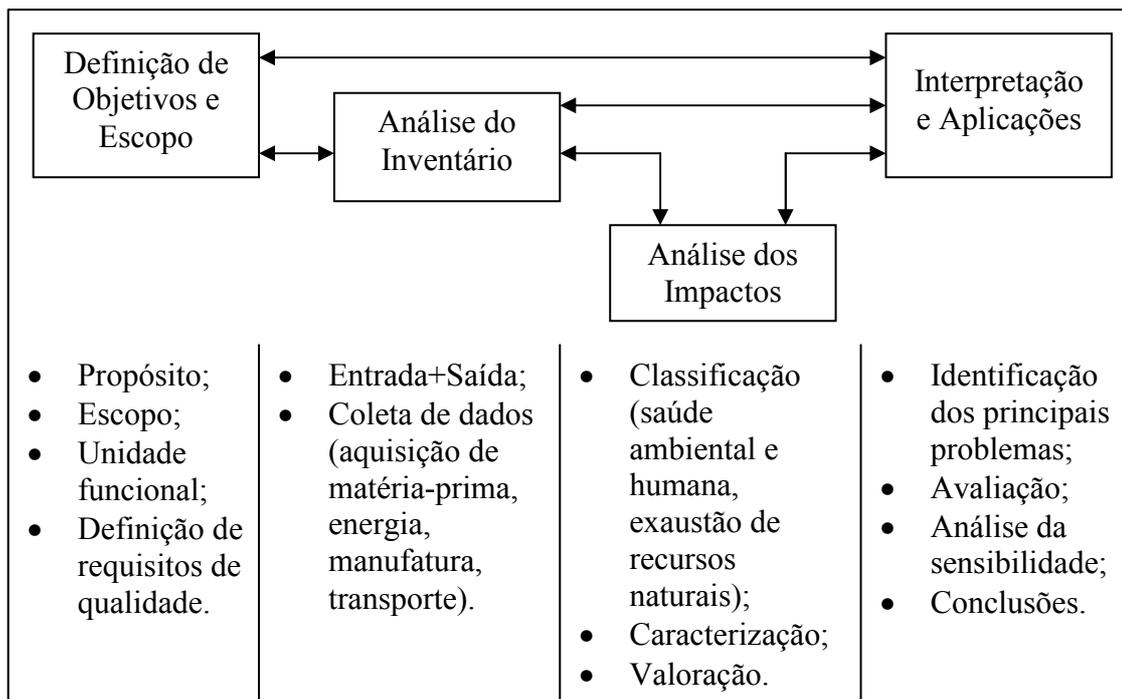


Figura 11 - Fases da avaliação do ciclo de vida

Fonte - CHEHEBE (1998)

As aplicações são diversas e decisivas em muitos pontos do projeto, como por exemplo, a realização de um controle ambiental do produto e um suporte para as entidades governamentais. Outros fatores da avaliação do ciclo de vida que influenciam o projeto podem ser, segundo MAGALHÃES (op. cit.):

- escolha da metodologia (que deve ter credibilidade, pois influi diretamente nos resultados);
- determinação correta das condições de contorno do problema: escopo, fronteiras, limites para o sistema analisado;
- definição das unidades funcionais, pois estas são a base das entradas e saídas da fase da Análise do Inventário;
- seleção dos insumos relevantes avaliados em sua utilização, produção e obtenção, levando em consideração consumo energético, emissões e rejeitos, pois muita das vezes não é viável a análise de todo material participante do sistema produtivo;
- realização de uma classificação das cargas ambientais levantadas na Análise do Inventário;

- agregação de informações necessárias para que o estudo seja facilmente compreendido, conforme os objetivos traçados, sem distorcer resultados;
- revisão crítica ou “*por pares*”, como é chamada, para “*assegurar a integridade da ACV e aumentar a confiabilidade em seus resultados*”;
- apresentação dos resultados em formulários adequados para a coleta e as análises das informações garantido assim um estudo completo e com uma visão abrangente do caso.

Segundo DUARTE (1997) e GUNGOR e GUPTA (1998), a avaliação do ciclo de vida torna-se complexa ao ser utilizada para analisar produtos com elevado número de componentes e variáveis, pois os fatores a serem considerados aumentam, como por exemplo, automóveis, aeronaves, etc. VENZKE (2002) *apud* FISKEL (1996) ainda salienta que apesar da importância da avaliação do ciclo de vida, a mesma apresenta “*controvérsias dos limites propostos para a análise, dificuldade de capturar as constantes mudanças tecnológicas e do mercado, e o custo para aquisição dos dados para análise*”.

Desta forma pode-se perceber que muitas vezes é inviável empregar a avaliação do ciclo de vida em todo o processo. O que pode ser feito é a sua aplicação em determinadas etapas do ciclo de vida consideradas mais críticas, entrando assim como ferramenta de apoio ao projeto. DUARTE (op. cit.) sugere que o ciclo de vida seja dividido em quatro estágios: “*extração de matéria-prima, produção de intermediários, fabricação e transporte, uso e disposição final*”, para que seja possível realizar uma classificação dos impactos em cada uma das fases citadas, de forma qualitativa, que torna esta análise mais efetiva.

Outra dificuldade apontada por VENZKE (op. cit.) *apud* IPA (2001), é que no desenvolvimento de produtos ambientalmente corretos surgem, algumas questões como: “*o que significa produtos ambientalmente corretos, quais as inovações nos processos e materiais melhoram o desempenho ambiental dos produtos e como descrever e transferir as melhorias ambientais que obtiveram sucesso de um produto para outro*”. Uma forma de se solucionar estes problemas, que exigem altos custos de investimentos, seria o desenvolvimento em conjunto, de várias empresas, em programas ambientais, obtendo assim custos menores para implantação de variáveis ambientais em seu desenvolvimento de produtos.

A avaliação do ciclo de vida, em todo caso, é considerada como sendo o ponto de partida para conhecimento do produto, pois através dela é possível gerar diversas informações sobre o produto para posterior análise do mesmo viabilizando a implementação do Projeto para o Meio Ambiente, a ser discutido no item seguinte.

3.4. Projeto para o Meio Ambiente

Os processos de fabricação dos tempos atuais exigem em sua maioria uma padronização na fabricação, principalmente se tratando de produção em série. Aí o papel importante do setor de projeto nas indústrias, no qual o responsável pelo setor, o projetista, se preocupa com aspectos que influenciam direta ou indiretamente no produto, atuando de forma bastante abrangente. Tais aspectos podem ser enumerados segundo VENZKE (op. cit.) como sendo “*ergonômicos, tecnológicos, econômicos, ambientais, estéticos e antropológicos*”. O papel do projetista é reunir todos estes aspectos na criação e desenvolvimento dos produtos, preocupando-se em utilizar os recursos tecnológicos, financeiros e ambientais disponíveis da melhor forma possível, preservando o meio ambiente e a integridade do ser humano, tanto durante a fabricação quanto no uso do produto. O projeto não deve ser associado ao produto final, mas sim a todo processo de desenvolvimento que devem ter características fundamentais, enumeradas por GOUVINHAS (2001), tais como:

- “*Sistemático*”: sistematizar o desenvolvimento através do uso de metodologias e ferramentas de projeto que auxiliem o projetista e lhe permita obter “*soluções rápidas e precisas*”;
- “*Criativo*”: apresentação de soluções criativas que garantam a competitividade;
- “*Multidisciplinar*”: o produto a ser desenvolvido deve envolver vários setores da empresa, como marketing, produção, assistência-técnica etc;
- “*Pró-Ativo*”: é importante a visão além dos limites do projeto, antecipando soluções para problemas em etapas seguintes, tornando o projeto eficiente;
- “*Iterativo*”: as decisões devem ser revistas a cada etapa podendo ser alteradas a fim de evitar erros que possam ocorrer durante as fases do desenvolvimento.

É crescente a conscientização das empresas em contribuir para a preservação ambiental desenvolvendo produtos ecologicamente corretos. Este ato amplia o mercado da empresa, reduz custos e traz vantagem competitiva para seus produtos. GOUVINHAS (op. cit.) afirma que é preciso, segundo ambientalistas, ser de quatro a dez vezes mais eficiente na gerência de recursos naturais para ter os mesmos indicadores de qualidade de vida.

Para desenvolver um produto deve-se levar em consideração aspectos inerentes a ele, tais como função, custo, ambiente de instalação, aplicabilidade, tipo de consumidor, forma, viabilidade e custo de transporte, assistência técnica, etc, além de aspectos que o tornem ecologicamente eficiente. Existem algumas ferramentas, conhecidas como *Design for X* – DfX ou Projeto para “algo”, destinadas, entre outros aspectos, a auxiliar o projetista na obtenção do produto ecoeficiente. O DfX, segundo HUANG (1996), está focado em 7 elementos vitais ao produto. Antes mesmo de 1960, já eram desenvolvidos estudos sistemáticos para criação de guias a serem utilizados durante o desenvolvimento de produtos, a fim de tornar esse desenvolvimento eficiente, por exemplo, em aspectos relacionados à produção. A partir de 1970 foi introduzido o *Design for Assembly* – DfA ou Projeto para Montagem trazendo benefícios significativos às organizações revolucionando práticas e pensamentos de desenvolvimento de produtos antes aplicados. A expansão do DfA levou ao surgimento de novas ferramentas como *Design for Manufactura* – DfM ou Projeto para Manufatura, *Design for Disassembly* – DfD ou Projeto para Desmontagem, *Design for Recycling* – DfR ou Projeto para Reciclagem, *Design for Environment* – DfE ou Projeto para o Meio Ambiente, entre outros. A letra X, em DfX, pode ser então substituída por uma inicial para o que se deseja projetar, seja Manufatura, Desmontagem, Reciclagem, Meio Ambiente, etc. A Figura 12 ilustra mais alguns tipos de DfX existentes.

<i>Design & Development</i> ou Design e Desenvolvimento
<i>Purchasing</i> ou Compras
<i>Fabrication</i> ou Fabricação
<i>Material Logistics</i> ou Logística de Materiais
<i>Inspection and Test</i> ou Inspeção e Teste
<i>Storage/Distribution</i> ou Armazenamento/Distribuição
<i>Sales/Marketing</i> ou Vendas/Marketing
<i>Installation</i> ou Instalação
<i>Use/Operation</i> ou Uso/Operação
<i>Service/Repair</i> ou Serviços/Reparos
<i>Quality</i> ou Qualidade
<i>Cost</i> ou Custo

Figura 12 - Tipos de DfX

Fonte - HUANG (1996) - Adaptado pela autora

O uso destas ferramentas vão conferir ao produto aspectos que facilitem sua montagem – DfA, desmontagem – DfD, reciclagem – DfR e garantam a preservação ambiental – DfE.

3.4.1. A Estrutura do DfE

O Design para o Meio Ambiente – DfE ou Ecodesign, segundo PRATES (1998), além de contribuir para a concepção de um produto ecoeficiente, analisa aspectos como desempenho, custo, etc. Possui como pilar a visão holística do produto: do berço à “reencarnação”. Sendo assim a avaliação do ciclo de vida pode ser usada como ferramenta para o ecodesign, pois permite esse tipo de análise para o produto.

VENZKE (2002) afirma que ser ecoeficiente, ou ecologicamente correto, é utilizar recursos naturais de forma planejada, reduzindo a emissão de resíduos, reaproveitando resíduos gerados, trazendo benefícios não só ambientais como também econômicos, que reduzam os custos de fabricação, e ecológicos que tornem a empresa mais competitiva.

Outro conceito para esses produtos é definido pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA (2003) como:

“Todo artigo que, artesanal, manufaturado ou industrializado, de uso pessoal, alimentar, residencial, comercial, agrícola e industrial, seja não-poluente, não-tóxico, reciclável, notadamente benéfico ao meio ambiente e a saúde, contribuindo para o desenvolvimento de um modelo econômico e social sustentável. O uso de matérias-primas naturais renováveis, obtidas de maneira sustentável, bem como o reaproveitamento e a reciclagem de matérias-primas sintéticas por processos tecnológicos limpos”.

VENZKE (op cit) diz que para atingir a ecoeficiência é necessário implementar três categorias de processos: Produção Mais Limpa ou Produção Limpa e Ecologia Industrial.

A Produção Mais Limpa ou Produção Limpa, já muito difundida no Brasil e no mundo, tem como objetivo, segundo o Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL [s.d.] e a *United Nations Industrial Development Organization* – UNIDO (1995), atuar no processo produtivo e/ou no produto. A intervenção ocorre no processo fazendo com que os recursos utilizados sejam alocados de forma coerente, com possíveis reduções de consumo de água, energia e matéria-prima; redução de geração e de toxicidade de resíduos e emissões e reaproveitamento ou reciclagem dos resíduos e emissões gerados, otimizando os processos existentes, representando um passo importante para o desenvolvimento sustentável. É uma forma de resolver o problema a partir de condições pré-existentes, com ganhos técnicos e ambientais. Já a intervenção no produto se dá em um processo que anteceda a fabricação, que é o processo de projeto do produto. Nesta fase é possível modificar no produto, quando necessário, matéria-prima utilizada, forma de montagem, estilo entre outros aspectos, para torná-lo ecoeficiente sem perder suas características e funções para as quais foi projetado, superando barreiras e dificuldades encontradas no processo produtivo. Seu objetivo, então, é prevenir a geração dos resíduos e emissões. Mas se essa geração não puder ser evitada, prevê maneiras adequadas de tratar as emissões. Isso gera um ganho econômico, pois a empresa pode reduzir seus investimentos em filtros, incineradores, e

outros equipamentos de fim de processo. Outro objetivo seria planejamento para o melhor aproveitamento ou alocação dos resíduos gerados. Esse planejamento contribui inclusive para evitar crescimento desenfreado dos aterros sanitários ou a contaminação de resíduos. Para tal implementação é necessário que se faça uso de ferramentas e metodologias de projeto e de Ecodesign, bem como uma avaliação ambiental do produto durante todo o seu ciclo de vida.

Um exemplo de atuação holística se dá na implementação da Ecologia Industrial, pois exige uma modificação de todo o sistema de produção para além das fronteiras da empresa em direção aos fornecedores e usuários e/ou consumidores. A Ecologia Industrial consiste na modelagem sistêmica das atividades de produção e consumo com os fluxos de recursos envolvidos nas atividades e com fatores econômicos, políticos, sociais e legais; levando em conta que o meio industrial está imerso em um universo mais amplo que é o meio ambiente. Sendo assim é impossível tentar isolar a indústria e pontuá-la, pois há uma ligação cíclica com o meio e com outras indústrias presentes no meio. Por este motivo ALLENBY (1999) define Ecologia Industrial como sendo multidisciplinar e podendo ser aplicada à manufatura e aos ciclos de vida de produtos através de ferramentas, como DfE e avaliação do ciclo de vida. RAMOS (2001) afirma que a Ecologia Industrial consiste na busca do equilíbrio semelhante ao dos ecossistemas naturais. Assim a solução para o problema de uma indústria; como por exemplo, custo para transporte de matéria prima ou de resíduos a serem vendidos, pode estar na união de esforços com outras próximas a ela, ou até mesmo, o resíduo gerado por uma empresa pode estar sendo reaproveitado por uma empresa vizinha. RAMOS (op. cit.) *apud* GERTLER (1996) e WANN (1996) cita como exemplo uma termoelétrica localizada na Dinamarca que aproveita o calor que sobra do processo para aquecer residências vizinhas, fornece vapor para indústrias próximas, e as cinzas provenientes da queima do carvão são usadas na fabricação de cimento e na pavimentação de ruas. A usina, por sua vez, usa sobras de gás da refinaria, economizando combustível. Uma das dificuldades em implementar este conceito está na conscientização dos empresários e dos consumidores, e na união de esforços para benefício coletivo. BENDZ (1999) afirma que para se obter solução de âmbito global de caráter ambiental é necessário adotar este processo que pode ser definido também como uma forma de otimização dos ciclos de vida dos materiais, desde o projeto até o fim de

sua vida útil. A Figura 13 a seguir representa o ciclo de vida total dos materiais em três estágios: “*projeto, produção e fim de vida*”.

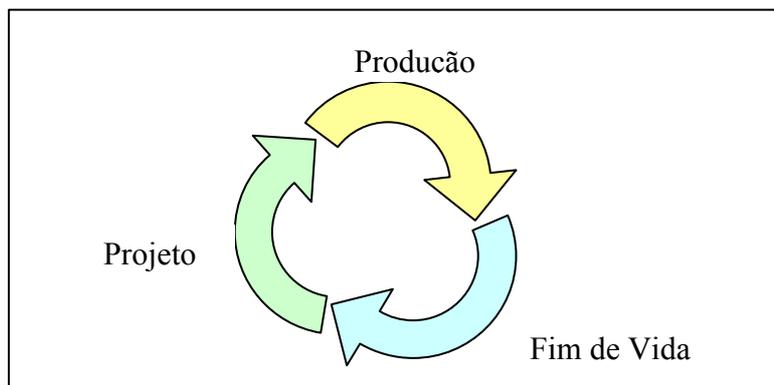


Figura 13 - Ciclo de Vida Total dos Materiais

Fonte - BENDZ (1999)

Os estágios podem ser descritos da seguinte forma:

- Projeto: incorporando estratégias de DfE e de avaliação do ciclo de vida ao projeto é possível desenvolver produtos levando em conta seu re-uso e reciclagem, com maior eficiência energética;
- Produção: fazendo uso de materiais recicláveis e não tóxicos, em processos “limpos”;
- Fim de Vida: estágio no qual se faz uma recuperação vantajosa do produto através da remanufatura, re-uso e reciclagem, proveniente de um gerenciamento do ciclo de vida.

Desta forma, os ganhos financeiros obtidos pela empresa, além de estarem presentes no orçamento através da vantagem competitiva e na redução de consumos de recursos, estão também presentes, em longo prazo, na viabilidade dos ecossistemas e na existência dos recursos naturais.

Outras vantagens para as empresas são enumeradas pelo *Industrial Research Assistance Program* – IRAP (2003). São elas:

- “*Redução do impacto ambiental dos processos e dos produtos;*
- *Obtenção de uma perspectiva sistematizada;*

- *Otimização do consumo de matéria-prima e uso de energia;*
- *Aperfeiçoamento do controle de desperdícios e dos sistemas de prevenção de poluição;*
- *Incentivo a projetos bons e inovadores;*
- *Atendimento das necessidades e desejos dos consumidores, excedendo expectativas com relação a preço, desempenho e qualidade;*
- *Acréscimo de marketing ao produto”.*

Segundo PRATES (1998), tudo que coloca em risco o ecossistema e seu equilíbrio, por exemplo, a emissão de gases que contribuem para uma redução da camada de ozônio, para o aumento do aquecimento global e para acidificação, sofrerá intervenção por interesses locais, regionais ou até globais, que agem de forma a eliminar estes riscos.

Para a realização de um projeto, PRATES (op cit) enumera algumas necessidades. São elas: avaliações que dizem respeito à função, desempenho, custo; análise do projeto entendendo cada fase do ciclo de vida do produto; identificação do perfil ambiental para cada fase do ciclo de vida; focalização da fase mais significativa do ciclo; criação de estratégias de melhoramento; realização de um *check-list* de ciclo de vida que auxiliam na inclusão de considerações ambientais relevantes; identificação das opções de projeto e otimização de projeto.

Existem práticas de DfE que servem como base para implementação em empresas com o objetivo de se conceber produtos ecoeficientes. ECODESIGN (2000) apresenta 10 destas práticas descritas a seguir:

- *“Não desenvolver produto”*: mas desenvolver ciclos de vida ambientalmente saudáveis para os produtos, a partir do conceito do berço a reencarnação;
- *“Matérias-primas naturais nem sempre são as melhores”*: deve-se comparar a viabilidade do uso de materiais naturais ou artificiais, avaliando a geração de resíduos, aproveitamento, reciclagem, etc;
- *“Consumo de energia”*: não se deve subestimar o consumo de energia e sim medi-lo e se possível reduzi-lo; fazendo uso de equipamentos, ou dispositivos a

serem instalados nos equipamentos, que apresentem um consumo reduzido de energia, que controlem a potência de acordo com a demanda e que desliguem quando não utilizados. Outra maneira seria utilizar fontes alternativas e renováveis de energia para iluminação e aquecimento, como energia eólica e solar em substituição a outras fontes de energia não renováveis, como os combustíveis fósseis;

- *“Aumentar o tempo de vida útil do produto”*: pode-se influenciar o consumidor para que o tempo de uso do produto seja prolongado, não se esquecendo do fato que o consumidor é quem adquire o produto, portanto este deve ser concebido com a “cara” do cliente. Em contrapartida a maior durabilidade pode requerer uso de mais matéria-prima com maior geração de resíduos, portanto o projetista deve realizar uma análise de todo ciclo de vida do produto para saber o que seria mais viável econômica e ecologicamente: produtos duráveis ou de fácil recuperação;
- *“Não criar produtos, mas soluções”*: é necessário desenvolver produtos e serviços que tragam soluções para certos problemas, como por exemplo, o uso de lavanderias podem reduzir consumo de água e energia comparado ao uso de máquinas de lavar individuais;
- *“Redução do uso de matéria-prima”*: conceber produtos mais leves e melhor dimensionados reflete na economia de matéria-prima implicando em menor gasto de combustível em seu transporte;
- *“Usar materiais reciclados”*: quando o uso de material reciclado não interferir na qualidade do produto, este deve o meio para reduzir custo de aquisição e de manufaturamento de matéria-prima. Outra maneira é utilizar materiais renováveis, como tintas de origem vegetal;
- *“Projetar produtos recicláveis”*: conceber produtos ou partes do produto que sejam recicláveis e que não apresentem dificuldades ou impossibilidades de desmontagem e separação, e que estejam o mais próximo possível de seu estado natural, ou melhor, que não sejam compostos por outros materiais contaminantes que impeçam o seu reaproveitamento e/ou reciclagem. Não esquecer que seus componentes, sendo de fácil acesso e recuperáveis, prolongam o uso do produto, pois basta que se troque algumas peças para que se tenha um produto com design e funções atualizadas;

- “*Fazer perguntas estúpidas*”: existem perguntas que a princípio podem parecer estúpidas, mas oferecem soluções, como por exemplo, “*por que projetar uma embalagem que conserve o produto por dezoito meses se o mesmo perde sua validade após o terceiro mês?*”;
- “*Por que não realizar trabalho em grupo?*”: devido ao grande número de informações necessárias no projeto e concepção de um produto, é importante que se realize trabalhos em equipes multifuncionais, que reúnam esforços contribuindo para um produto ecologicamente viável.

Outras práticas não citadas anteriormente podem ser realizadas conforme cita VENZKE (2002), como:

- Recuperação, reutilização e redução de resíduos: resíduos e emissões são gerados durante todo ciclo de vida de um produto e podem ser recuperados e reutilizados dentro ou fora do processo produtivo, e podem também ser reduzidos, trazendo ganho ambiental e econômico;
- Redução do uso de energia de distribuição: diminuindo o volume do material a ser transportado com mais aproveitamento de espaço, buscando clientes, distribuidores e fornecedores mais próximos, utilizando transportes de baixo custo energético, etc;
- Concepção de produtos multifuncionais: criar produtos que desempenhem mais de uma função simultaneamente ou que possam ter uma função subsequente após seu uso primário;
- Recuperação de embalagens: acontece tanto em seu reaproveitamento quanto em sua reciclagem. Estas embalagens podem ser plásticas, de papel-papelão ou mesmo o reaproveitamento de embalagens retornáveis;
- Utilização de produtos à base de água, biodegradáveis e atóxicos: através destas práticas é possível facilitar a disposição final do produto e de seus resíduos, conservando inclusive a saúde do trabalhador;

Outra ferramenta utilizada para analisar o ciclo de vida de um produto é a “Roda Estratégica” para o DfE sugerida pelo IRAP (2003). É possível através dela estimular a criatividade no processo de desenvolvimento tendo uma visão progressiva

do desempenho ambiental do produto e identificando oportunidades de melhoria. Assim é possível atingir “*um equilíbrio entre aspectos funcionais, econômicos e ambientais*”. A “*Roda Estratégica*” apresentada na Figura 14 cobre todo o processo de desenvolvimento do produto em 7 Estratégias descritas a seguir. Vale lembrar que questionário aplicado, foi elaborado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN com base nesta “*Roda Estratégica*”.

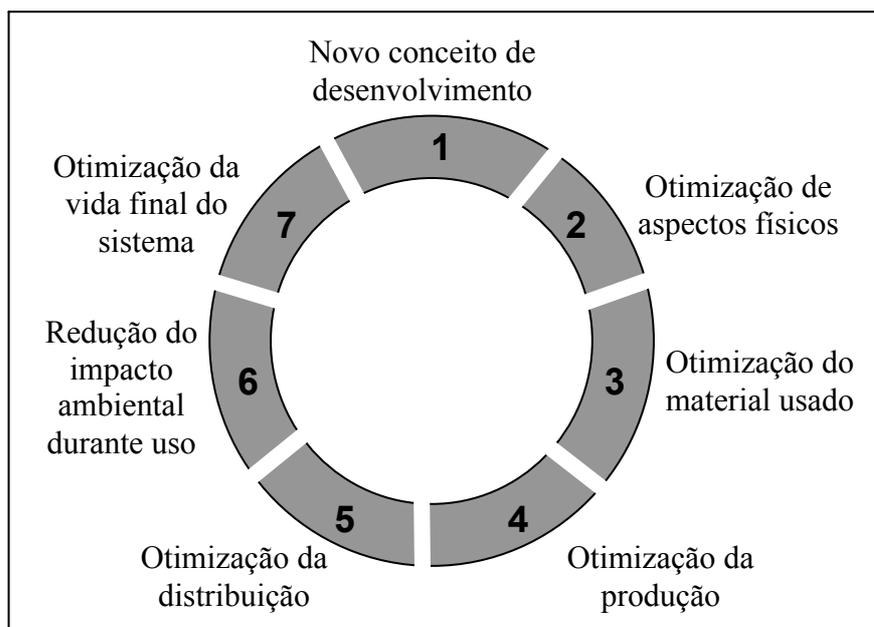


Figura 14 - “Roda Estratégica” para o DfE

Fonte - IRAP (2003)

Estratégia 1 – Desenvolvimento de um Novo Conceito de Produto

Pode levar a significativa redução do impacto ambiental causado por produtos e/ou serviços, quando direcionado a questões elementares em relação à função do produto, identificando e atendendo às necessidades do consumidor. Dentre os novos conceitos de produto temos:

- “*Desmaterialização*”: consiste no uso de produtos não-físicos ou serviços, permitindo reduzir produção, consumo e dependência do consumidor por produtos físicos, levando a uma redução significativa do uso de matéria-prima, energia, custo de transporte e planejamento de alocação e reciclagem dos produtos descartados. Pode-se dizer que desmaterializar é também conceber

produtos de menores dimensões e, portanto mais leves e “*reduzir o uso de materiais ou infra-estrutura da empresa*”;

- “Aumento do uso compartilhado”: busca aumentar a performance do uso efetivo de alguns produtos e/ou equipamentos para aproveitamento de sua capacidade plena, tornando o seu uso coletivo. É possível então, reduzir custo de material, energia e transporte e ter maior controle sobre o ciclo de vida dos produtos;
- “*Ofertando um serviço*”: agrega-se mais valor a um produto quando este oferece um serviço como assistência técnica, manutenção, disposição final e/ou reciclagem, por exemplo. Para isso é preciso: analisar profundamente as necessidades do cliente, orientar o desenvolvimento do produto para serviços e aumentar o contato com os clientes. Os ganhos estão em ter informações precisas sobre as necessidades dos clientes, podendo responder rapidamente às mudanças de mercado, ter maior controle e recursos no ciclo de vida do produto.

Estratégia 2 – Otimização de aspectos físicos do produto

Os aspectos físicos relacionados ao produto são tanto formato, estilo, material como também, sua relação com o usuário. Estes aspectos devem ser definidos na fase inicial do projeto, conhecendo-se o tipo de consumidor e mercado que irá receber o produto. Consiste em agregar valores ambientais ao produto, melhorar suas funções, agregando valor ao produto através de suas características físicas. É possível “*otimizar as funções do produto*”, aumentando o seu tempo de vida útil e de estilo atraente. Através do projeto é possível prever a redução do consumo de energia e de matéria-prima, prevendo inclusive o tempo de vida útil que o produto poderá ter. Ciclos de vida curtos e longos são definidos de acordo com as necessidades da empresa. IRAP (*op cit*) dá como exemplo para ciclo de vida curto, o desenvolvimento de um produto mais eficiente com boa receptividade no mercado, e para ciclo de vida longo, o desenvolvimento de produtos de alta performance, com um maior custo de produção, mas com um tempo de vida útil prolongado. A otimização é resultado de alguns aspectos relacionados a seguir.

- “*Integrar as funções do produto*”: economizando material e espaço físico, atraindo consumidores para produtos alternativos;

- “*Otimizando as funções*”: redução de componentes a partir da análise de suas funções primárias e secundárias;
- “*Aumento da confiabilidade e durabilidade*”: o produto exerce suas funções durante um longo ciclo de vida. A confiabilidade é proveniente do aumento da performance dos componentes e a durabilidade refere-se à integridade do funcionamento do produto;
- “*Facilidade de manutenção e reparo*”: garantindo uma manutenção adequada que pode ser feita pelo próprio usuário (através de manuais) ou pelo fabricante (com instruções para transporte adequados, relação de ferramentas necessárias, etc.), reduzindo os custos associados ao produto e aumentando o seu tempo de vida útil;
- “*Estrutura modular para o produto*”: permite revitalizar o produto técnica e esteticamente, incorporando novas tecnologias, permitindo que sejam feitas atualizações durante seu ciclo de vida, aumentando a facilidade de manutenção e reparo de peças, atendendo as necessidades do cliente;
- “*Forte relação entre o usuário e o produto*”: obtida através do desenvolvimento do produto, concebendo-o de forma que, além de atender às necessidades do cliente, supere ainda as suas expectativas, como por exemplo, acabamento de design atraente, reparos fáceis de serem realizados, segurança de manutenção, agregação de valores estéticos e funcionais, a fim de evitar o descarte rápido do produto pelo cliente.

Estratégia 3 – “*Otimização do material usado*”

Esta estratégia envolve a seleção de substâncias e materiais apropriados ao meio ambiente para a concepção de um produto. Esta seleção depende das características e do ciclo de vida do produto. Alguns critérios de seleção são relacionados a seguir.

- “*Uso de materiais limpos*”: deve-se evitar o uso de materiais, como corantes, antioxidantes, mercúrio, etc, que causem danos ambientais em qualquer uma das etapas do ciclo de vida, seja durante a produção ou após a sua vida útil;

- “*Uso de materiais renováveis*”: é preciso realizar um planejamento de uso e uma análise dos impactos ambientais causados por esse material, escolher materiais que reduzam a emissão de CO₂ durante o ciclo de vida do produto, que produzam rejeitos biodegradáveis e ainda cumpram a missão social de serem obtidos na própria região de consumo, gerando empregos;
- “*Materiais de baixa energia*”: é necessário utilizar materiais de menor bagagem energética, ou seja, materiais que incorporem menos energia em sua obtenção, antes de serem manufaturados. Essa energia se torna menor diante da maior simplicidade e do menor número de etapas de “*extração, processamento e refino*” envolvidas em sua produção;
- “*Materiais reciclados*”: deve-se reaproveitar os rejeitos gerados dentro do próprio processo produtivo e parte do suprimento de matéria prima pode vir do retorno do produto após seu descarte, reduzindo a energia envolvida na obtenção do produto. Os materiais ao serem reciclados podem apresentar muitas vezes impurezas e qualidade inferior ao original. Para que a qualidade do produto final não seja afetada, os materiais devem ser avaliados em suas propriedades e selecionados, bem como o seu custo para reciclagem;
- “*Materiais recicláveis*”: é preciso conceber produtos que apresentem facilidade em sua reciclagem, cujo design facilite sua desmontagem, reaproveitamento das partes e maior aproveitamento durante o processo produtivo, fazendo uso de materiais que sejam recicláveis e não fazer uso de materiais que contaminem o produto;
- “*Redução do material usado*”: busca otimizar o gasto de energia envolvido no processamento, transporte e armazenamento de matéria prima, e reduzir a quantidade de material usado na concepção do produto, que contribui diretamente para a redução do impacto ambiental.

Estratégia 4 – “*Otimização das técnicas de produção*”

Busca implementar práticas do modelo de produção limpa que venham a contribuir para uma menor degradação do ecossistema através da redução do uso de

energia, de geração de rejeitos e de compostos nocivos à saúde e uma maior eficiência da produção com baixa perda de materiais.

- “*Técnicas alternativas de produção*”: utiliza-se o Sistema de Gestão Ambiental – SGA para um diagnóstico dos problemas ambientais de uma empresa, deixando-a em conformidade com a legislação ambiental e permitindo redução de custos, consumo de energia e de matéria prima;
- “*Menos etapas de produção*”: a otimização de etapas do processo produtivo, realizada pela equipe de projeto e produção, auxilia na redução de custos e do impacto ambiental proveniente do processo. A esta equipe cabe analisar aspectos, tais como: multifuncionalidade de um componente, simultaneidade das etapas do processo, simultaneidade de peças por etapa, redução do transporte de peças e uso de materiais que não requeiram tratamentos específicos;
- “*Baixo consumo de energia ou utilização de energia limpa*”: otimização e controle do uso de energia, utilização de formas alternativas de energia, denominadas limpas como gás natural, energia eólica, energia solar, etc;
- “*Menor quantidade de rejeitos de produção*”: otimização do processo produtivo reduzindo a quantidade de emissões e rejeitos gerados em serras, usinagens, moedores, etc, obtendo maior aproveitamento da matéria-prima utilizada e reciclando rejeitos dentro do próprio processo produtivo;
- “*Redução da quantidade de insumos e uso de insumos limpos na produção*”: deve-se analisar insumos, como solvente, óleos, abrasivos, soldas, etc, por unidade produzida, e verificar a possibilidade de substituí-los por insumos que agridam menos o meio ambiente. Dessa maneira é possível reduzir custos de produção, de armazenamento e manuseio dos insumos, com a disposição dos rejeitos gerados, com investimento em equipamentos redutores de poluição, com saúde ocupacional.

Estratégia 5 – “Otimização da distribuição”

A otimização do sistema de distribuição depende diretamente do tipo de embalagem, meio de transporte, armazenamento e manuseio e logística de distribuição de matéria-prima e produto acabado.

- Embalagem: deve-se reduzir peso e tamanho da embalagem, reaproveitando-a na empresa ou no fabricante e fazendo uso de “*materiais recicláveis para embalagens não retornáveis e/ou materiais mais duráveis para embalagens retornáveis*”, para obter maior economia com transporte e reduzir o volume de embalagens descartas;
- “*Meio de transporte energeticamente eficiente*”: fazer uso de um meio de transporte que consuma menos energia e cause menor impacto ambiental, avaliando aspectos como preço, volume, confiabilidade, tempo para entrega, distância, etc. Deve-se avaliar inclusive o tipo de transporte utilizado por fornecedores e distribuidores;
- “*Eficiência de energia utilizada em um sistema Logístico*”: a redução do impacto ambiental está na escolha de rotas de transporte e distribuição mais eficientes, optando por fornecedores locais, utilizando *softwares* que auxiliem no planejamento de rotas de distribuição e locais de armazenamento, usando embalagens de grande volume, reutilizando *containers* projetados para seus produtos.

Estratégia 6 – “Redução do impacto ambiental durante o uso do produto”

O projeto deve prever formas do consumidor fazer uso eficaz de insumos, tais como, água, sabão, óleo, filtro, detergente e material orgânico, durante o uso do produto.

- “*Baixo consumo de energia*”: a energia deve ser usada de maneira eficiente, principalmente em produtos que utilizam energia durante todo o seu ciclo de vida, como equipamentos eletrodomésticos;

- “*Fontes de energia limpa*”: fazer uso de fontes de energia limpa contribui para reduzir a emissão de poluentes. É necessário, portanto, um planejamento para que os poluentes ainda emitidos sejam menos prejudiciais ao meio ambiente e para que o produto possa funcionar com outra forma de energia na falta da energia limpa;
- “*Redução do uso de insumos*”: deve-se prever desde o projeto formas de reduzir o uso de insumos, ou fazê-lo de forma mais eficiente, durante a vida útil do produto, podendo assim reduzir o número de manutenções, de custos operacionais, levando a uma maior satisfação do cliente;
- “*Insumos limpos*”: é possível optar pelo uso de insumos limpos, obtendo-se informações preliminares sobre os possíveis impactos ambientais causados por cada um deles. Segurança no uso e manuseio do insumo, redução de custos para disposição, apelo do marketing ambiental e fortalecimento das relações com o consumidor são os benefícios obtidos pelo uso de insumos limpos. É importante, ao aplicar essa estratégia, implementar sistema de coleta/reciclagem/re-manufatura a fim de eliminar rejeitos descartados ou incinerados e avaliar se os rejeitos produzidos pelos insumos são prejudiciais à saúde;
- “*Redução no desperdício de energia e outros insumos*”: uma lacuna entre como deve ser a utilização/manutenção do produto e como estão sendo realizadas pode resultar em desperdício. Para isso ser evitado é preciso que o projetista desenvolva produtos fáceis de serem utilizados, com recipiente próprio para os insumos, com indicações da quantidade de insumo necessário e com instruções de utilização/manutenção do produto.

Estratégia 7 – “*Otimização da vida final do sistema*”

Deve haver uma preocupação sobre como reutilizar os componentes do produto no final de sua vida útil e como alocar seus rejeitos de maneira adequada, sem que os mesmos provoquem contaminação. Alguns aspectos devem ser considerados, tais como:

- “*Reuso do produto*”: pode ser feita, com todo o produto, para a mesma aplicação ou não. O maior ganho ambiental está no reuso do produto em sua forma original implementado simultaneamente aos programas de retorno e de sistemas de reciclagens. Existem ganhos junto ao consumidor pelo marketing ambiental, resultando em um aumento de vendas. O reuso depende de aspectos “*técnicos, estéticos e psicológicos*” da vida do produto, da existência de um mercado de consumo para produtos usados e de um serviço de manutenção adequado. Esses aspectos devem ser previstos no desenvolvimento do projeto, pois é necessário que se desenvolva um produto com maior vida útil, com componentes de alta qualidade e tecnologia para não se tornarem obsoletos, e de fácil manutenção, limpeza e atualização;
- “*Projeto para desmontagem*”: possui uma relação estreita com a concepção de um produto com funções otimizadas e de fácil manutenção e reparo, descritos anteriormente. Como consequência tem-se a redução de custos, a facilidade de reutilização/reciclagem de componentes evitando seu descarte, a criação de programas de retorno do produto após seu descarte. Uso de elementos de encaixe e padronizados; de fácil manuseio, para não serem danificados durante a desmontagem e peças de reposição e manutenção em locais de fácil acesso e com indicações de como devem ser realizadas, são aspectos que o projetista deve levantar no projeto;
- “*Produtos re-manufaturados*”: produtos podem ser re-manufaturados para reaproveitamento/restauração de seus componentes em bom estado de conservação, ao invés de serem descartados, reduzindo custos para aquisição ou fabricação de um novo componente através de sua recuperação, concebendo um novo produto com custo mais inferior;
- “*Reciclagem de material*”: é necessário utilizar material adequado para a reciclagem na concepção de um produto. Reciclar reduz tempo, requer pequeno investimento, atrai consumidores, beneficia o meio ambiente. A reciclagem pode ser primária, os componentes retornam à sua aplicação original; secundária, os componentes retornam à uma aplicação inferior à original e terciária, os componentes retornam em forma de matéria-prima;
- “*Incineração segura*”: a incineração (com recuperação de energia) é solução para final de vida útil do produto caso não existam formas de

reaproveitar/reciclar esse produto. A incineração pode ser segura quando se utilizam materiais que não liberem elementos tóxicos durante o processo. Deve-se optar pelo projeto para desmontagem com programas de recuperação no caso de produtos que tenham de metais pesados ou outros materiais tóxicos em sua composição, já que os mesmos não podem passar pelo processo de incineração.

Os ganhos relacionados à aplicação do DfE são evidentes e trazem para a empresa um diferencial competitivo importante abrindo novos mercados e novos negócios. Esta nova visão pode ser considerada, segundo GOUVINHAS (2001), “*uma das grandes mudanças em termos de visão em negócios nos últimos cinquenta anos*”. Esta mudança é também um reflexo do mercado consumidor, que tem se conscientizado sobre a importância da preservação e do uso controlado dos recursos naturais; da legislação ambiental, que tem se tornado cada vez mais rígida, principalmente em países europeus. O Brasil tem procurado regulamentar, através do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, “*a responsabilidade dos fabricantes com relação aos impactos ambientais causados por seus produtos*”. Outro mecanismo para forçar a visão ecológica dos empresários tem sido a cobrança de multas às empresas que causarem danos ambientais durante todo o ciclo de vida do produto, inclusive após o seu descarte, responsabilizando-os por estes danos.

Em suma, o *design* pode atuar em três níveis, como cita RAMOS (2001) apud MANZINI (1991):

- “*Redesign de produtos*”: propõem pequenas modificações no produto, por exemplo, o uso de materiais recicláveis ou reciclados, sem comprometer as funções ou qualidade do produto;
- “*Criação de novos produtos ou serviços*”: propõem a tentativa de se estar concebendo um produto ecoeficiente para o mesmo fim ou de estar realizando um serviço que não exija consumo de energia ou matéria-prima;
- “*Novo estilo de vida*”: para se construir um novo cenário ambiental proveniente de uma “*complexa dinâmica sócio-cultural*”, que exige a participação dos projetistas que são os responsáveis pelo nosso “*ambiente artificial*”.

Esses esforços têm contribuído para a melhoria da qualidade de vida e para assegurar a integridade física do homem e dos ecossistemas.

Este capítulo teve por objeto o levantamento de literatura acerca dos principais temas tratados nesta dissertação. Foram abordados assuntos como Metodologia de Projeto, avaliação do ciclo de vida, Desenvolvimento de Produtos e Projeto para o Meio Ambiente. No capítulo a seguir, serão descritas as principais características da empresa pesquisada, bem como seus processos projetual e de fabricação.

CAPÍTULO 4. ESTUDO DE CASO

4.1. A Empresa

A empresa estudada está situada no Estado de Minas Gerais, em uma área de 350.000 m² (trezentos e cinquenta mil metros quadrados). Conta com a colaboração de aproximadamente 900 (novecentos) funcionários e produz diariamente uma média de 4500 (quatro mil e quinhentas) peças em aço.

É composta por setores subordinados à Diretoria, dispostos de acordo com o organograma a seguir:

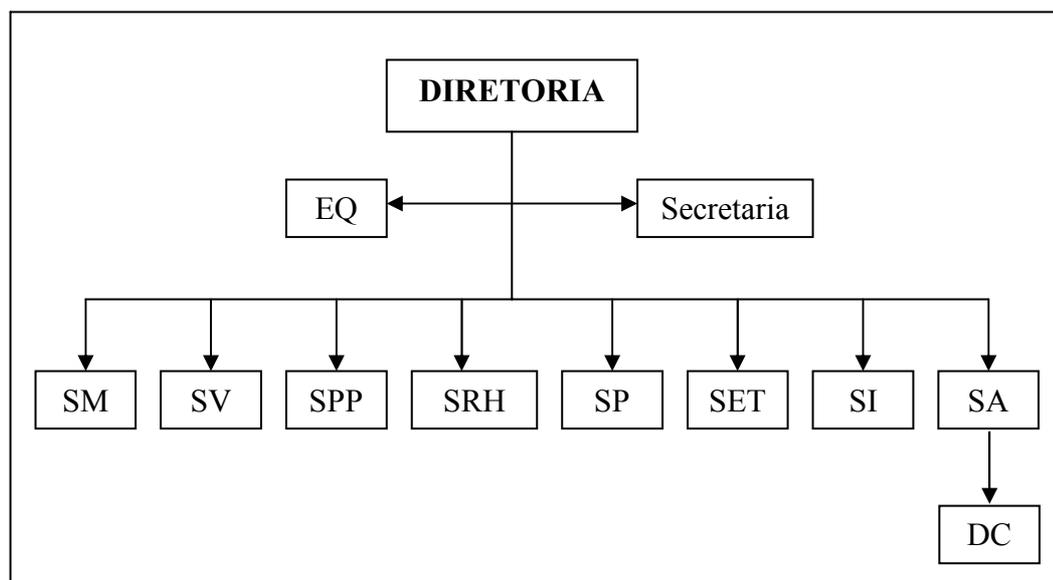


Figura 15 - Organograma da Empresa

Fonte - A autora

São eles:

- Secretaria;
- EQ: Escritório da Qualidade;
- SM: Setor de Marketing;
- SV: Setor de Vendas;
- SPP: Setor de Projeto de Produtos;

- SRH: Setor de Recursos Humanos;
- SP: Setor de Produção;
- SET: Setor de Expedição e Transporte;
- SI: Setor de Informática;
- SA: Setor Administrativo;
- DC: Departamento de Compras.

A principal matéria-prima utilizada é o aço em chapas variando de 0,60 mm a 1,20 mm de espessura. Outras matérias-primas utilizadas são poliestireno, polipropileno, nylon, chapas de aglomerado, papelão entre outros.

4.2. Processo de Fabricação

As chapas em aço são recebidas, cortadas, furadas, dobradas e estampadas. Depois passam por um tratamento químico iniciando pelas etapas de pré-desengraxe e desengraxe. As peças são então lavadas em água corrente para que as impurezas sejam removidas e para que conseqüentemente as mesmas se preparem para o processo de fosfatização. As peças são colocadas no refinador, que as prepara para receber o fosfato, antes de serem fosfatizadas, o que protege a chapa contra processos de oxidação. Em seguida, as peças são lavadas novamente em água corrente e vão para a etapa de passivação. Nesta etapa ocorre uma uniformização da camada de fosfato nas peças. A etapa seguinte é a secagem em estufas com temperaturas de aproximadamente 140° C (cento e quarenta graus Celsius), o que finaliza o tratamento superficial das peças, que são desta forma preparadas para serem pintadas. A pintura é realizada com tinta a pó resina híbrida (30% epóxi – 70% poliéster) e depois as peças são curadas em estufas com temperaturas de aproximadamente 200° C (duzentos graus Celsius). Algumas peças são soldadas e o processo de solda a ponto ocorre antes do processo de pintura. Por fim temos as etapas de montagem, a embalagem e expedição (ver figura 16).

Em todas as etapas do tratamento químico são monitorados a temperatura, a concentração dos produtos e o tempo de imersão das peças. O uso da pintura eletrostática a pó confere às peças resistência a produtos químicos e abrasivos,

conservando a cor, o brilho e a uniformidade da pintura, além de ficarem protegidas contra eventuais danos de impactos.

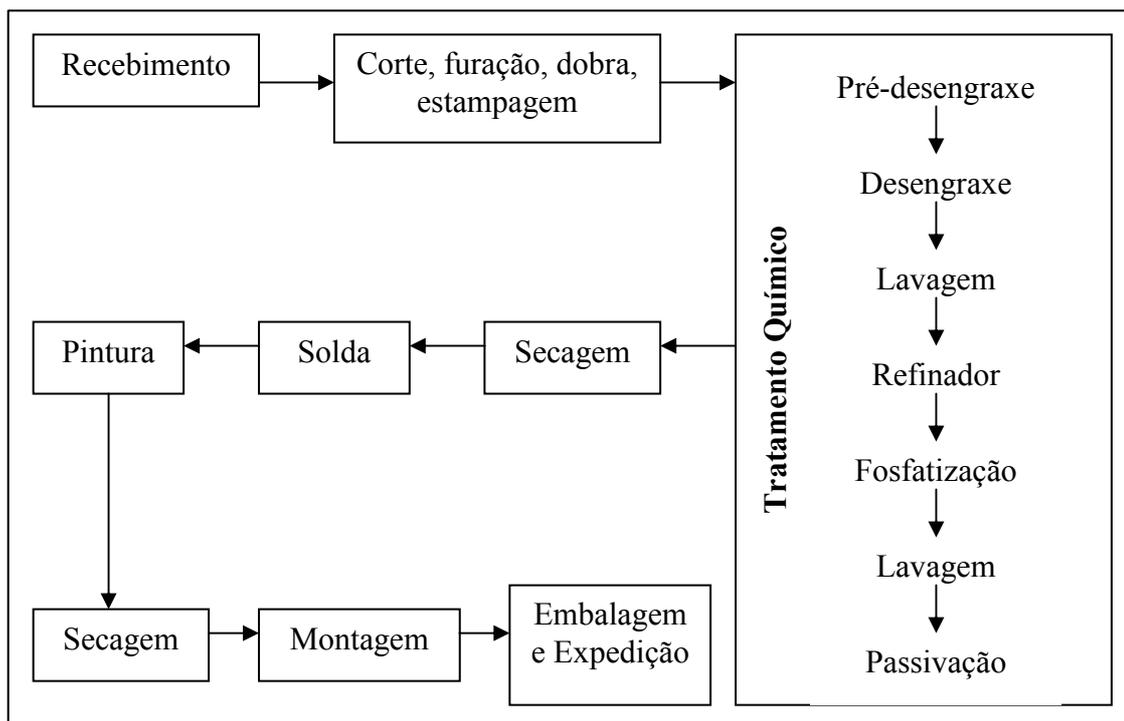


Figura 16 - Fluxograma do Processo Produtivo

Fonte - A autora

4.3. Setor de Projeto de Produtos

A empresa possui um departamento especializado em desenvolvimento de produtos que é denominado como SPP (Setor de Projeto de Produtos). O SPP é constituído por coordenador, designer, projetista, desenhista e montador, como demonstrado a seguir.

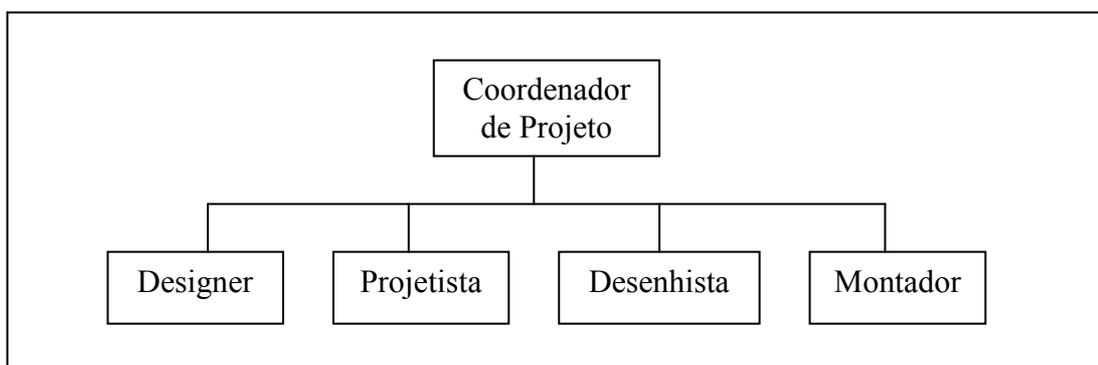


Figura 17 - Organograma do SPP

Fonte - A autora

É de responsabilidade do SPP desenvolver produtos; realizar controle e registro de documentação técnica; realizar comunicação com outros setores da empresa através de reuniões, e-mail, intranet e jornal de comunicação interna; estabelecer uma estrutura e um ambiente de trabalho com todo pessoal que tem influência direta sobre a qualidade do produto através de treinamentos, capacitando-os para desempenhar corretamente suas atividades; estabelecer controle sobre os produtos em não-conformidade e coordenar as ações preventivas e corretivas. Quanto ao desenvolvimento de produtos, existe um procedimento de projeto a ser seguido a cada projeto iniciado. Este procedimento é denominado como Cronograma de Desenvolvimento – CD e possui uma estrutura a ser seguida. Esta estrutura está descrita nos quadros a seguir.

Etapas do Desenvolvimento	Diretoria	Secretaria	EQ	SM	SV	SPP	SRH	SP	DC	SET	SI	SA
Identificação de Produto Novo												
Planejamento												
Definição Conceito Produto												
Construção do Protótipo												
Análise Técnica												
Revisão Técnica												
Apresentação												
Detalhamento do Projeto												
Desenvolvimento/Processo												
Custo do Produto Final												
Lote Piloto												
Avaliação Processo/Produto												
Preço de Venda												
Lançamento												

Figura 18 - Etapas do desenvolvimento e setores envolvidos

Fonte - A autora

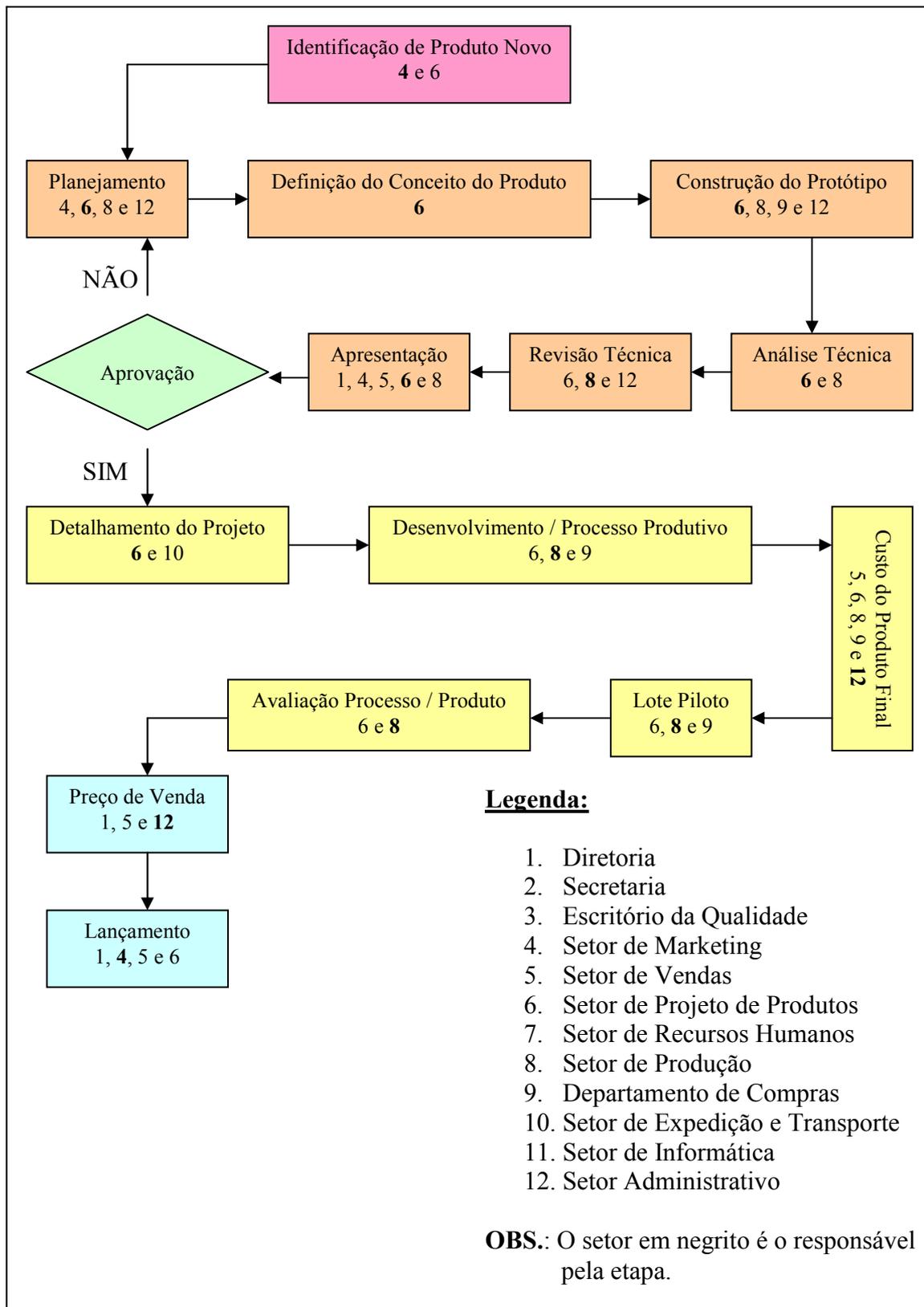


Figura 19 - Cronograma de Desenvolvimento

Fonte - A autora

- Identificação de Produto Novo

Para que um novo produto comece a ser desenvolvido é preciso que seja identificada a sua necessidade pelo SPP ou pelo Setor de Marketing. Inicia-se então o planejamento deste produto. O Setor de Marketing emite um documento de Identificação de Produto Novo – IPN e envia ao Coordenador de Projeto, previamente aprovado pela Diretoria. Cria-se um registro da atividade a ser controlada, denominado Registro de Atividade – RA, para então ser elaborado um cronograma de desenvolvimento do novo produto junto ao Setor de Produção e ao Setor Administrativo.

- Planejamento

É iniciado então, pelo Coordenador de Projeto, o planejamento do que vem a ser este novo produto, conforme parâmetros previamente definidos, estipulando prazos para conclusão deste desenvolvimento. Estes prazos são definidos junto aos coordenadores de outros setores envolvidos, como Marketing, Produção e Administrativo.

- Definição do Conceito do Produto

Após o planejamento inicia-se a etapa de definição do novo produto. Esta etapa é realizada no SPP e é executada pelo designer e projetista do setor. São realizadas pesquisas de tendência de design e de mercado, de novos materiais, de busca de patentes e de produtos desenvolvidos pelos concorrentes. O desenvolvimento busca soluções inovadoras em sua estrutura, forma, tecnologia, materiais, componentes, funções, custo, ergonomia e outros fatores, mas sempre atendendo às solicitações da Identificação de Produto Novo – IPN.

- Construção do Protótipo

Definido o produto é necessário que se construa seu protótipo, para que através dele se possa obter um valor do custo do produto, as ferramentas necessárias

para sua confecção e o tipo de processo de fabricação a ser utilizado. Nesta fase estão envolvidos os setores de Projeto de Produtos, de Produção, Administrativo e o Departamento de Compras. São desenvolvidos no SPP os croquis das peças do protótipo e a lista de componentes e materiais. O Setor de Produção fica responsável pelo desenvolvimento das peças do protótipo, enquanto o setor Administrativo e o Departamento de Compras se encarregam de gerar custos para desenvolvimento do produto.

- Análise Técnica e Revisão Técnica

A partir da conclusão do protótipo é feita sua análise técnica envolvendo os setores de Projeto de Produtos e de Produção, para verificarem, juntos, a viabilidade de fabricação do produto, identificando possíveis modificações, necessidade de aquisição de equipamentos e de confecção de ferramentas e avaliando custos e prazos para produção, bem como uma revisão do cronograma junto ao Setor Administrativo.

- Apresentação

Enfim, o protótipo é apresentado pelo SPP aos setores de Marketing, Produção, Vendas e Diretoria, para ser submetido a uma aprovação. São apresentados os custos gerais de produção, envolvendo material, componentes, ferramental, equipamentos e é apresentado também o cronograma de produção. Há então uma análise para a continuidade do projeto. Caso o protótipo seja reprovado é reiniciado o planejamento do produto ou ocorre o encerramento do projeto. Caso seja aprovado parte-se então para a próxima etapa, o detalhamento do projeto.

- Detalhamento do Projeto

A fase de detalhamento é realizada pelo SPP para relacionar, desenhar e codificar as peças e componentes do produto, através de uma análise nos desenhos do protótipo. É feito também um manual de instruções para uso e montagem e para assistência técnica do produto, bem como a sua ficha técnica para o Setor de Vendas. E ainda são realizados também o projeto de embalagens e sua programação visual, e uma lista contendo todos os dados do produto para o Setor de Vendas, onde é gerado o valor

do produto para venda. Quando houver componentes e/ou embalagens que devam ser terceirizados, são encaminhados aos respectivos fornecedores os desenhos técnicos para a confecção dos mesmos, pelo Departamento de Compras. É passada também para o Departamento de Compras uma lista de componentes, matérias-primas, embalagens que devam ser adquiridas para a fabricação do novo produto. Caso venha ser registrada a patente do novo produto, são encaminhadas ao órgão responsável pelo registro de patentes, a descrição e desenhos do que vem a ser o produto.

- Desenvolvimento / Processo Produtivo

Paralelamente ao desenvolvimento do projeto são elaboradas pelo Setor de Produção formas de inserção de fabricação do novo produto no processo produtivo para a produção do primeiro lote deste produto.

- Custo do Produto Final

É realizado também um levantamento dos custos finais do produto pelo Setor Administrativo, com apoio dos setores de Vendas, Projeto de Produtos, Produção e Departamento de Compras.

- Lote Piloto

O Setor de Produção conta com a colaboração de outros dois setores, Projeto de Produtos e Departamento de Compras, para a fabricação do primeiro lote deste novo produto.

- Avaliação Processo / Produto

Por fim, os setores de Projeto de Produto e de Produção fazem uma avaliação do produto e do processo. Caso seja reprovado reinicia-se a fase do detalhamento do projeto. E caso seja aprovado passa-se para a etapa seguinte para se definir o valor de venda do produto.

- Preço de Venda

Nesta etapa é definido então o valor de venda do produto pelo Setor Administrativo, juntamente com a Diretoria e o setor de Vendas.

- Lançamento

Ocorre por fim o lançamento do produto no mercado sob responsabilidade do Setor de Marketing envolvendo alguns setores, como Projeto de Produtos, Vendas e Diretoria.

Vale ressaltar que em todas as etapas existe a participação efetiva do SPP, bem como de outros setores que possam ser envolvidos. Pode-se concluir desta forma que existe uma efetiva inter-relação de vários setores da empresa no processo de desenvolvimento do produto. Os setores que, por ventura, não foram citados na descrição, participam indiretamente do processo, pois conferem ao SPP um suporte para realização de todo o trabalho.

Toda a documentação técnica é gerada e registrada no SPP onde é, inclusive, controlada, armazenada e atualizada enquanto o produto ainda é comercializado. Existem normas internas que regulamentam os registros das documentações e desenhos. Neste registro são identificados a classe do produto, sua linha, o tipo de peça e a denominação da mesma.

O SPP, pela sua estrutura de trabalho, funciona como se fosse uma “empresa” que possui fornecedores, insumos, produtos e clientes. Através do fluxograma descrito a seguir é possível identificar como são elaborados os negócios no setor.

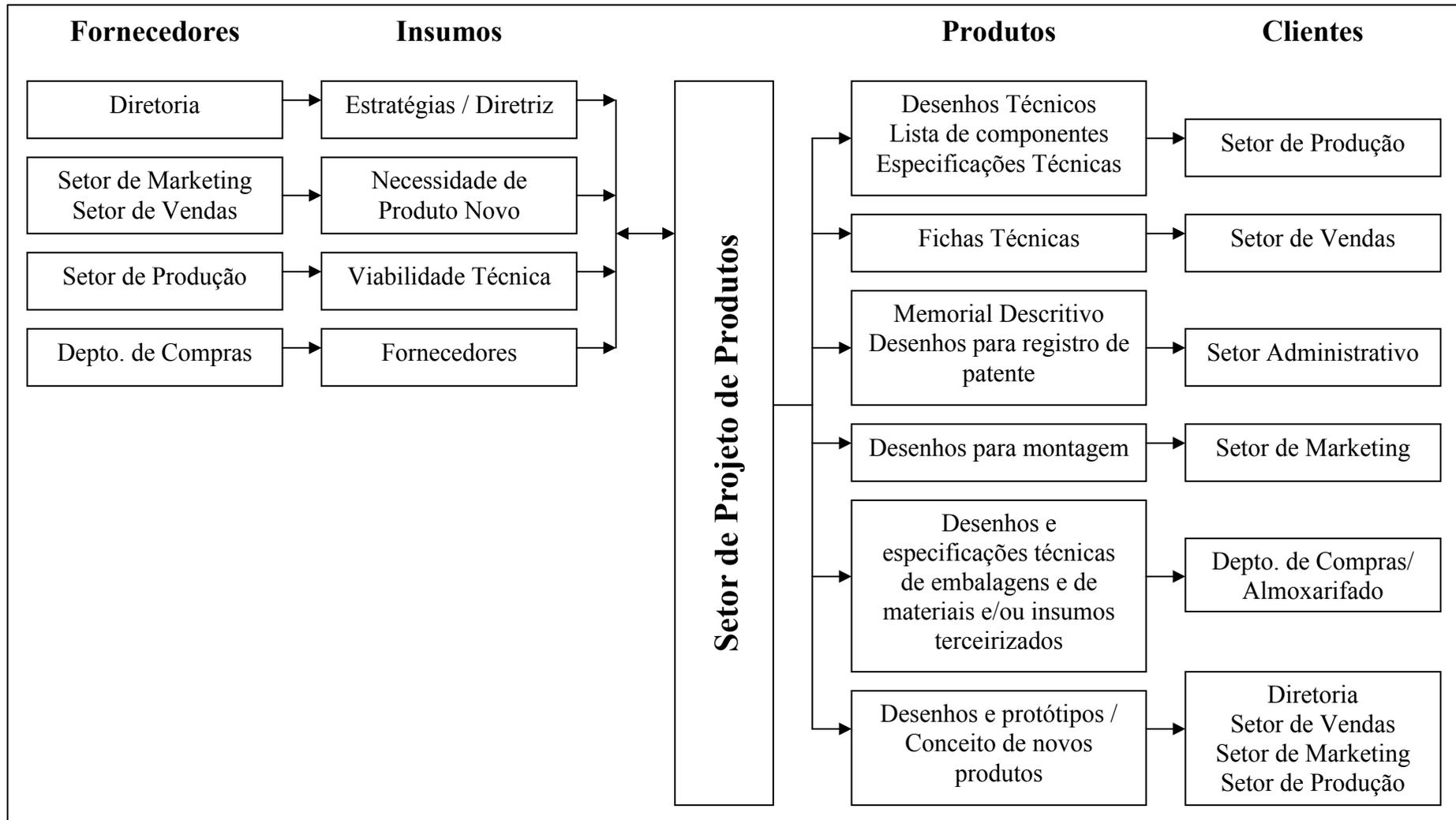


Figura 20 - Fluxograma de negócios da SPP

Fonte - A autora

- Fornecedores e seus insumos

A Diretoria impõe metas que devem ser atingidas; os setores de Marketing e de Vendas diagnosticam a necessidade de um novo produto; o Setor de Produção viabiliza a produção através de tecnologia existente ou através de outra que deva ser implantada e o Departamento de Compras seleciona fornecedores adequados ao projeto desenvolvido ou em desenvolvimento.

- Missão do SPP

A partir disto o SPP tem como compromisso desenvolver produtos inovadores, gerenciando este desenvolvimento além de gerenciar os projetos já existentes, focando sempre na satisfação dos usuários diretos e indiretos a fim de que as metas empresariais sejam atingidas. Para isto, o SPP dispõe de pessoal técnico capacitado, equipamentos e materiais apropriados para viabilizar o desenvolvimento.

- Produtos e clientes

Como resultado desta interação têm-se determinados produtos que irão atender a setores específicos que podem ser ditos como clientes. O SPP produz desenhos técnicos, lista de componentes e especificações técnicas a fim de atender às necessidades do Setor de Produção, e produz também fichas técnicas que são utilizadas pelo Setor de Vendas, em treinamentos para vendas. Para o Setor Administrativo são realizados relatórios descrevendo o produto, acompanhado de desenhos específicos a fim de se obter registros de patente do mesmo. Os manuais contendo desenhos específicos de orientação de montagem são necessidades do Setor de Marketing, enquanto o Departamento de Compras/Almoxarifado tem como demanda os desenhos e especificações técnicas de embalagens e de materiais e/ou insumos que necessitem ser, por ventura, terceirizados. Por fim, à Diretoria e aos setores de Vendas, Marketing e de Produção são enviados desenhos e protótipos e o conceito do que venha a ser novos produtos.

Como já foi mencionado, o SPP tem a missão de atender às necessidades dos diversos setores recebendo dos mesmos insumos para realização de tarefas e

fornecendo a eles os produtos necessários para suprir a estas necessidades. A Figura seguinte ilustra o trabalho conjunto entre o SPP e os demais setores supracitados. De uma forma geral pode-se perceber que toda a empresa está envolvida no processo de desenvolvimento de produtos, havendo, portanto uma integração harmoniosa entre diversos setores da empresa.

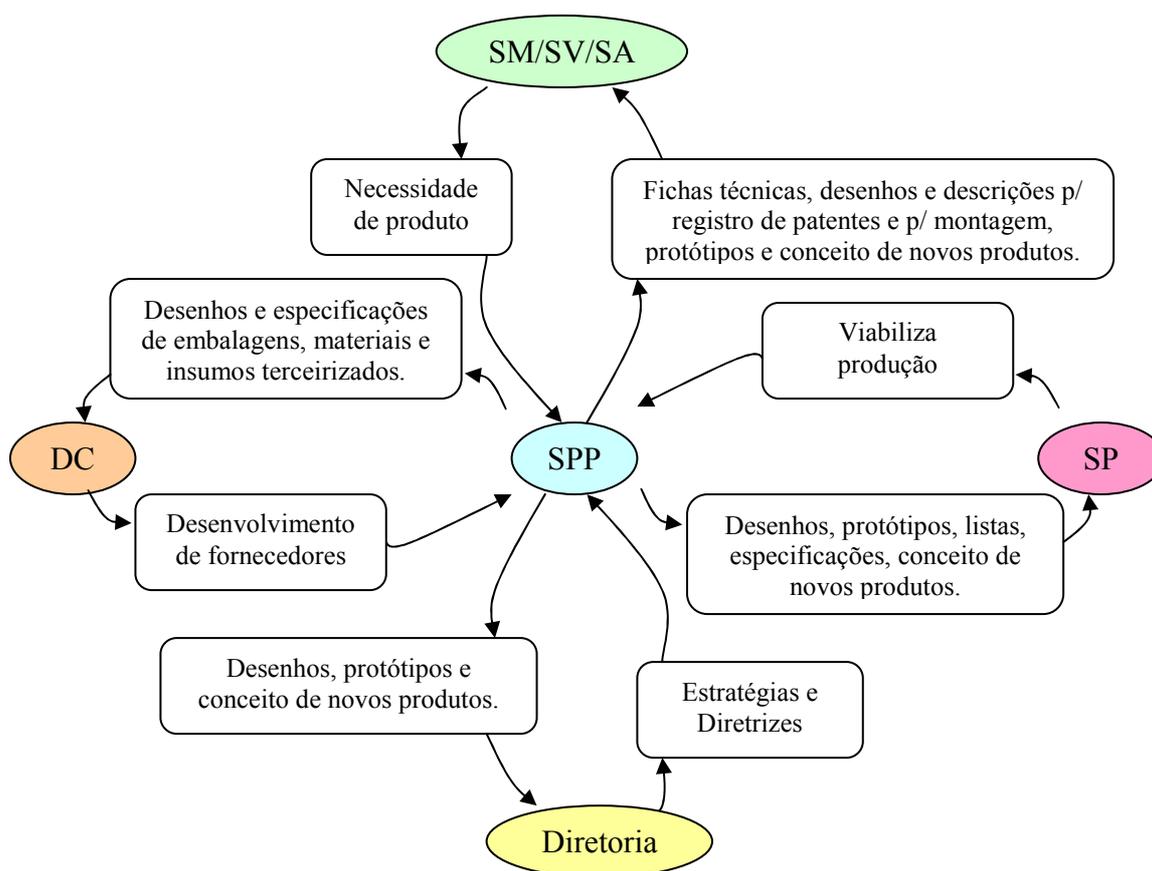


Figura 21 - Relação entre os diversos setores e o Setor de Projeto de Produtos

Fonte - A autora

Neste Capítulo foram abordadas as características da empresa, do Setor de Projetos de Produtos e as etapas de desenvolvimento de projetos adotadas, bem como o processo de fabricação de seus produtos. No Capítulo seguinte serão apresentados os resultados da pesquisa desta dissertação.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS DA PESQUISA

Foi realizada a aplicação do questionário em cada um dos setores da empresa a fim de verificar qual a sua percepção acerca de fatores ambientais, demonstrando, portanto a importância da inserção de variáveis ambientais no processo de desenvolvimento de produtos. Os dados abaixo relacionados se referem ao resultado da pesquisa e estão dispostos em tabelas e gráficos nas três etapas realizadas.

5.1. Primeira etapa – Posicionamento Estratégico da Empresa

	POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO SGQ E/OU SGA	Frequência de respostas
1	Não possui SGQ e nem SGA.	0%
2	Só possui o SGQ.	52%
3	Só possui o SGA.	0%
4	Possui ambos.	48%
5	Não sabe.	0%

Tabela 1 - Posição em relação ao SGQ e/ou SGA

Fonte - A autora

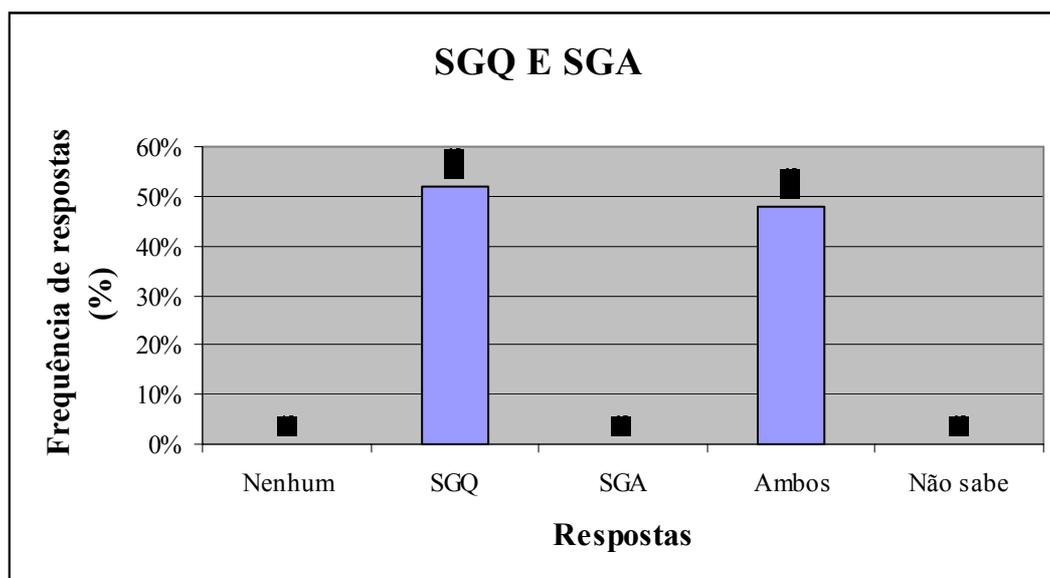


Gráfico 1 - Posição em relação ao SGQ e/ou SGA

Fonte - A autora

Pelos resultados obtidos pode-se perceber que todos os funcionários entrevistados têm conhecimento sobre o Sistema de Gestão da Qualidade – SGQ e afirmaram que este sistema já está implantado na empresa. Já para o Sistema de Gestão Ambiental – SGA, obteve-se 48% das respostas afirmando que o sistema já está implantado, o que indica que o SGA não é bem disseminado na empresa até o momento.

POSIÇÃO QUANTO À CERTIFICAÇÃO		SGQ	SGA
1	A empresa é certificada.	5%	5%
2	A empresa está em certificação.	95%	0%
3	A empresa não é certificada, mas tem intenção.	0%	86%
4	A empresa não é certificada e não tem intenção de certificar-se.	0%	0%
5	Não sabe a respeito.	0%	9%

Tabela 2 - Posição quanto à certificação

Fonte - A autora

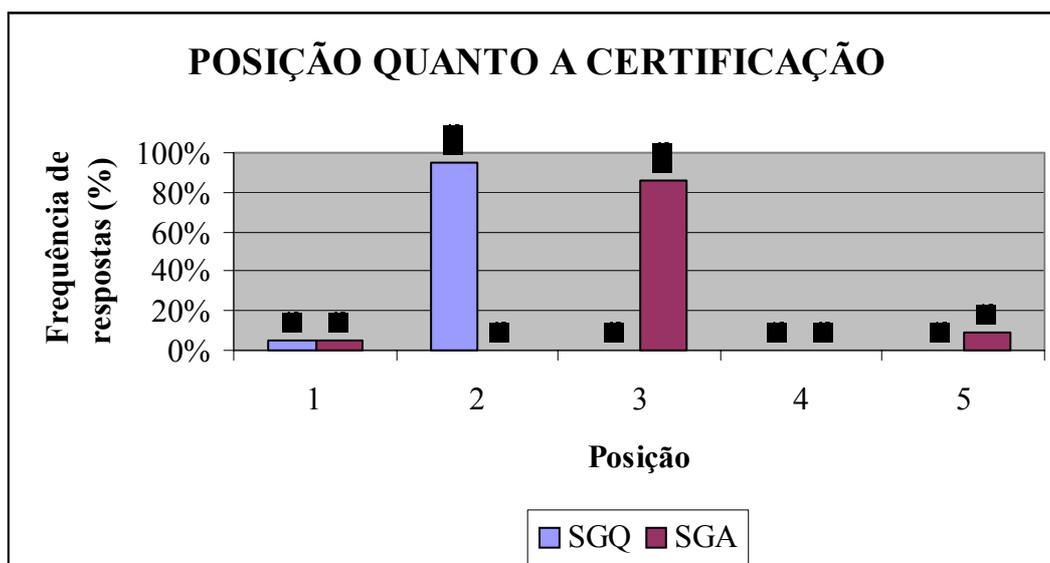


Gráfico 2 - Posição quanto à certificação

Fonte - A autora

Quanto à certificação do SGQ pode-se analisar que é bastante homogênea a opinião dos entrevistados em relação ao processo em andamento, pois 95% deles afirmaram que a empresa está passando por um processo de certificação ISO 9001, pelo órgão credenciado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, o *Bureau Veritas Quality International* – BVQI e apenas 5% acreditam já possuírem a certificação.

Em relação à certificação do SGA, obtivemos 86% das respostas evidenciando que a empresa não é certificada, mas tem intenção de certificar-se. Esta é uma meta de empresa a ser cumprida até meados de 2004. A porcentagem de entrevistados que não sabem a respeito foi de 9% e os outros 5% acham que já são certificados em SGA.

Além do SGA e SGQ foram levantados alguns outros pontos. Ao avaliar a importância do desenvolvimento do produto para a empresa foi obtido um resultado positivo, pois 100% dos entrevistados acreditam que o setor de desenvolvimento de produtos é muito importante para a empresa, pois é um diferencial de sua marca e uma das missões da empresa. O Setor de Projetos de Produtos é um dos responsáveis em interligar os diversos setores da empresa quando da criação de um novo produto ou melhoramento de outro já existente.

Por fim, foi analisado como posicionamento estratégico da empresa, se existe algum sistema de gerência focando o sistema de Produção Mais Limpa, se preocupando com a redução de resíduos, poluentes, buscando a melhoria do processo de produção, reduzindo consumo de água, energia, matéria-prima e outros insumos. O Setor de Produção é a responsável por controlar e implantar estas melhorias do sistema de produção. Entre as práticas realizadas pode-se citar:

- reaproveitamento de madeira e serragem proveniente inclusive de outras empresas que seriam descartados como resíduos, para combustível de aquecimento das caldeiras que fornecem calor para as estufas de secagem dos produtos;
- redução de refugo e resíduos gerados através da estratégia de melhor aproveitamento de material na produção;
- existência de uma estação de tratamento de efluentes antes destes serem dispensados no rio da região, atendendo os parâmetros de órgãos ambientais, obedecendo à Legislação vigente;
- uso de geradores para fornecimento de energia em determinados horários para reduzir o consumo de energia elétrica proveniente da concessionária de energia;
- criação de um aterro sanitário industrial próprio para disposição de alguns rejeitos industriais que não são reaproveitados;
- uso de fossas sépticas dentro da empresa já que a região não possui sistema de tratamento de esgoto;
- recolhimento de todo óleo queimado por empresas credenciadas junto à Agência Nacional de Petróleo – ANP;
- aproveitamento do lixo orgânico em setores agro-pastoris;
- armazenamento de sucatas até seu momento de coleta;
- todo o resíduo gerado no processo produtivo é separado, em alguns casos reaproveitado como material para reciclagem dentro do próprio processo produtivo e em outros casos é vendido para ser reaproveitado em outros processos produtivos fora da empresa;

- seleção de matéria-prima adquirida que tenha um impacto ambiental o menor possível e a opção de não se utilizar insumos que agridam o meio ambiente em seu processo de produção;
- preocupação em se fazer uma seleção dos componentes advindos de terceiros que tenham sido feitos com matéria-prima reciclada desde que não comprometa sua função ou sua qualidade;
- troca de insumos poluentes por outros que não prejudiquem o meio ambiente ou a saúde do trabalhador;
- sistema de reaproveitamento de tinta a pó e controle e aferição das pistolas para evitar desperdício de material.

Por fim, há um projeto para realizar o reuso da água dentro do próprio processo de produção e outro desenvolvido junto a universidades para que o rejeito que hoje é encaminhado para o aterro sanitário industrial seja reaproveitado como adubo.

5.2. Segunda etapa – Incorporação de Questões Ambientais

	PRINCIPAIS AÇÕES EXTERNAS	1^a mais importante	2^a mais importante	3^a mais importante
a	Legislação e/ou resoluções ambientais.	57%	24%	14%
b	Pressão de organizações industriais (FIEMG, SEBRAE).	0%	0%	5%
c	Aumento da demanda por produtos “verdes”.	10%	33%	29%
d	Receio de prejudicar a imagem da empresa.	23%	14%	10%
e	Fornecedores oferecendo materiais e/ou componentes de melhor eficiência ambiental.	0%	14%	29%
f	Concorrentes já terem desenvolvido produtos.	0%	5%	10%
g	Outros.	10%	10%	0%

Tabela 3 - Principais Ações Externas

Fonte - A autora

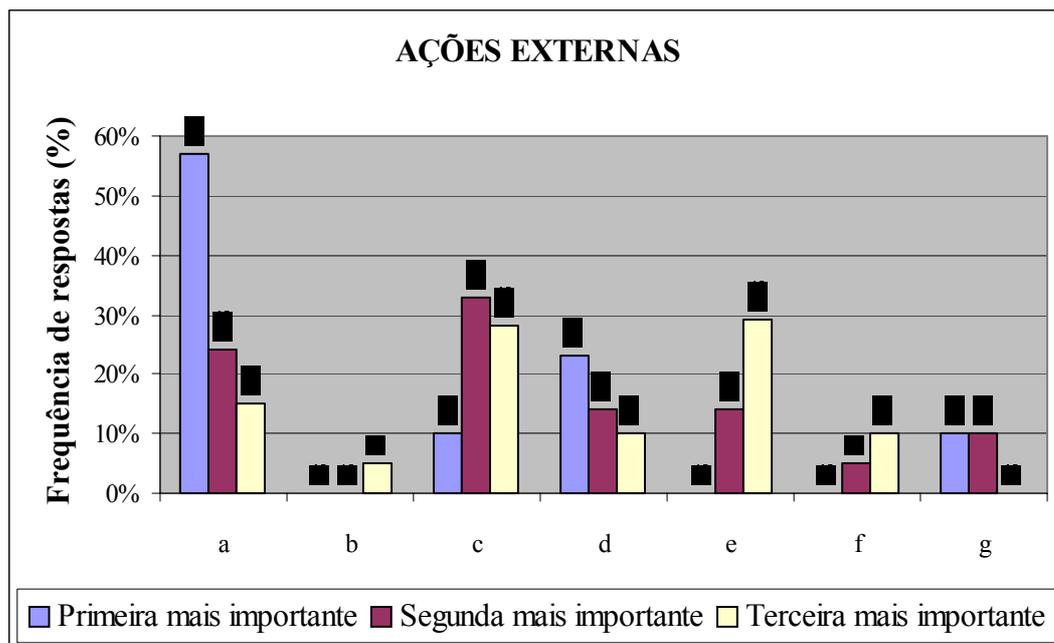


Gráfico 3 - Principais Ações Externas

Fonte - A autora

A partir dos dados levantados através das entrevistas, foi possível diagnosticar as três principais ações externas que podem influenciar diretamente a empresa na incorporação de questões ambientais no desenvolvimento de produtos. São elas, em ordem de importância:

- 57% dos funcionários entrevistados acreditam que a primeira ação externa mais importante seria a legislação e/ou resoluções ambientais;
- 33% dos funcionários entrevistados optaram como a segunda ação externa mais importante, o aumento da demanda por produtos “verdes”;
- 29% dos funcionários entrevistados acham que a terceira ação externa mais importante é o fato de fornecedores oferecerem materiais e/ou componentes de melhor eficiência ambiental.

PRINCIPAIS RAZÕES INTERNAS		1ª mais importante	2ª mais importante	3ª mais importante
a	Desejo de contribuir na redução do impacto ambiental.	33%	14%	24%
b	Desejo de reduzir os custos de produção.	14%	10%	9%
c	Melhoria da imagem da empresa com ganho de competitividade.	24%	33%	9%
d	Oportunidades de abertura de novos mercados.	0%	28%	24%
e	Melhoria da qualidade funcional do produto.	5%	5%	5%
f	Outros benefícios comerciais, além dos já citados nos itens b, c, d, e, g. (Por exemplo: melhoria da distribuição, melhoria da eficiência de produção, etc).	14%	0%	5%
g	A necessidade de se observar outros requisitos do produto, além da qualidade e redução de custos.	5%	0%	9%
h	Oportunidade de incorporar inovações tecnológicas de longo prazo em seus produtos.	5%	10%	15%
i	Outros.	0%	0%	0%

Tabela 4 - Principais Razões Internas

Fonte - A autora

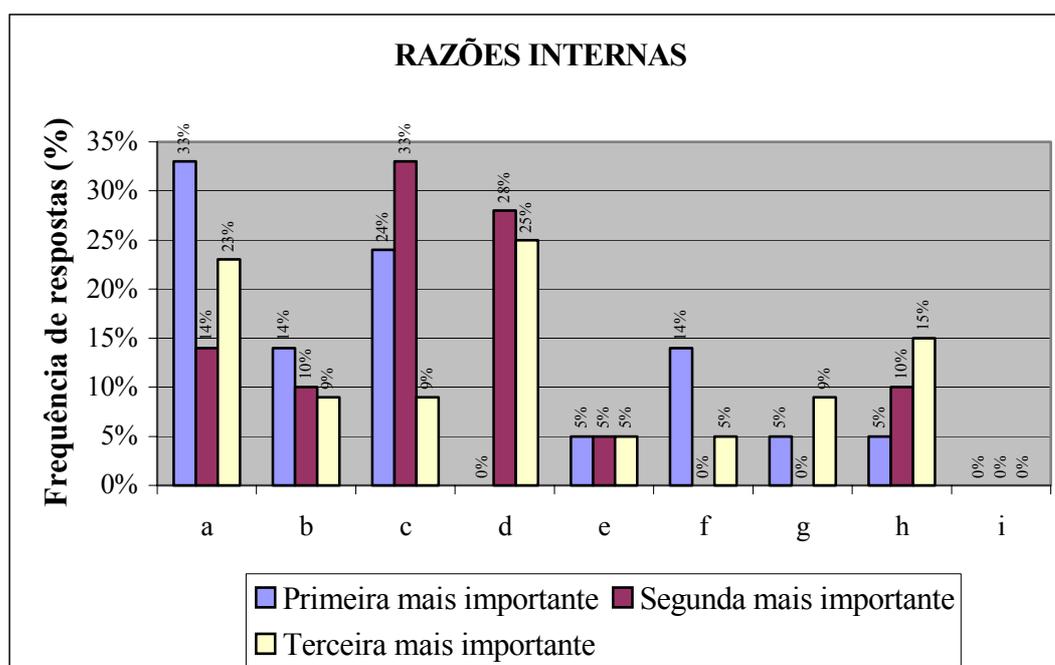


Gráfico 4 - Principais Razões Internas

Fonte - A autora

As três principais razões internas que levam a empresa a incorporar questões ambientais no desenvolvimento de produtos, independente de possíveis ações externas, são:

- Desejo de contribuir na redução do impacto ambiental, com 33% de frequência de respostas para a primeira razão interna mais importante;
- Melhoria da imagem da empresa com ganho de competitividade, eleita a segunda razão interna mais importante com 33% de frequência de respostas;
- Oportunidades de abertura de novos mercados ficou sendo a terceira razão interna mais importante, com 25% de frequência de respostas.

	PRINCIPAIS BARREIRAS	1^a mais importante	2^a mais importante	3^a mais importante
a	Dúvida quanto ao nível de benefício ambiental que possa ser alcançado com o desenvolvimento de um produto “verde”.	10%	19%	0%
b	A empresa não se considera responsável em adotar ações que possam produzir produtos “verdes”.	0%	5%	0%
c	A empresa acredita que o desenvolvimento de produtos “verdes” só será relevante se apoiado pela legislação ambiental.	10%	10%	14%
d	A empresa acredita que o desenvolvimento de produtos “verdes” só será relevante se apoiados pela demanda de mercado.	24%	10%	14%
e	A adoção de produtos “verdes” criará uma desvantagem comercial para a empresa.	0%	0%	0%
f	O desenvolvimento de produtos “verdes” poderá gerar conflitos com os atuais requisitos funcionais do produto.	5%	10%	5%
g	O desenvolvimento de produtos “verdes” não é uma estratégia que possa resultar em futuras oportunidades comerciais.	5%	5%	5%
h	Não existe, no momento, apoio técnico adequado por parte das instituições de pesquisa/universidades para o desenvolvimento de produtos “verdes”.	14%	0%	10%

i	A empresa acha que seria inútil novos investimentos no reprojeto do produto.	0%	5%	5%
j	Não existe tempo hábil para re-projetar os produtos.	5%	5%	10%
k	A empresa não dispõe de capacidade técnica para desenvolver produtos “verdes”.	0%	5%	0%
l	Outras barreiras.	14%	5%	5%

Tabela 5 - Principais Barreiras

Fonte - A autora

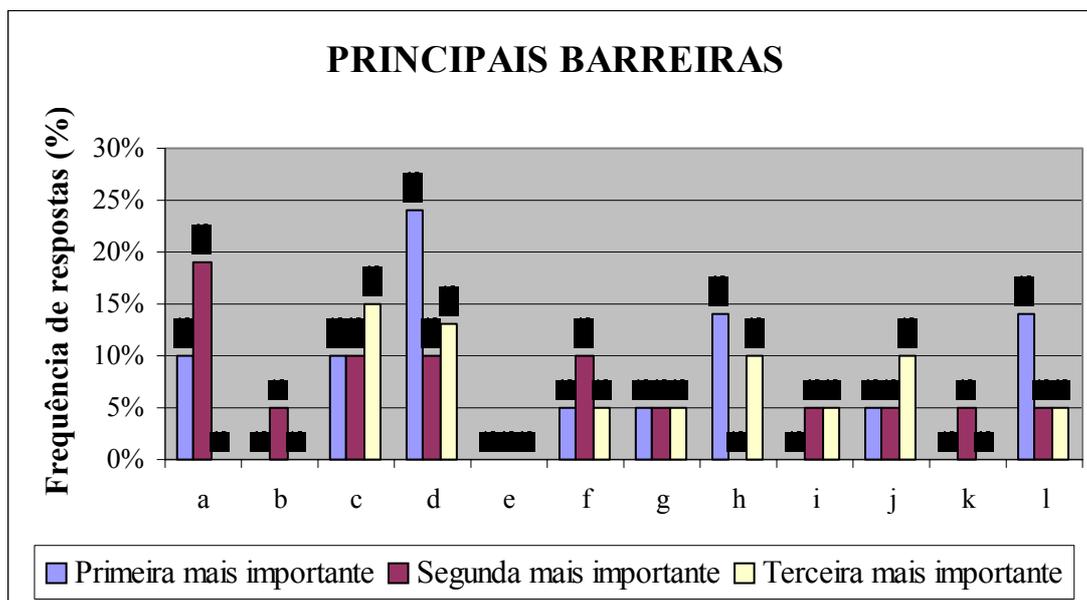


Gráfico 5 - Principais Barreiras

Fonte - A autora

Os entrevistados apontaram algumas barreiras que dificultariam a empresa a considerar a questão ambiental no desenvolvimento de seus produtos. São elas:

- A empresa acredita que o desenvolvimento de produtos “verdes” só será relevante se apoiados pela demanda de mercado, sendo considerada a primeira barreira mais importante com 24% de frequência de respostas;
- Dúvida quanto ao nível de benefício ambiental que possa ser alcançado com o desenvolvimento de um produto “verde”, como a segunda barreira mais importante com 19% de frequência de respostas;

- A empresa acredita que o desenvolvimento de produtos “verdes” só será relevante se apoiado pela legislação ambiental, sendo a terceira barreira mais importante com 15% de frequência de respostas.

13% não consideram que existe primeira barreira mais importante.

21% não consideram que existe segunda barreira mais importante.

32% não consideram que existe terceira barreira mais importante.

5.3. Terceira etapa – Indicadores de Ecodesign

Estratégia 1 – Desenvolvimento de um Novo Conceito de Produto

É fundamental na redução do impacto ambiental, pois está focado no desenvolvimento do produto, na sua funcionalidade, na realização de manutenção e reparos, atendendo sempre as necessidades dos usuários.

ESTRATÉGIA 1		SIM	PARCIAL MENTE	NÃO	NÃO APLICA	NÃO SABE
INDICADORES DE ECODESIGN						
1	Você considera que seu produto é “ecologicamente correto”.	67%	33%	0%	0%	0%
2	Na fase de concepção do produto, é feita uma pesquisa de mercado para o mesmo.	90%	10%	0%	0%	0%
3	Na sua opinião, existe ou existiria uma demanda para produtos "verdes" em sua empresa.	38%	19%	33%	0%	10%
4	Caso necessário você acredita que a empresa teria pessoal técnico capacitado para desenvolver produtos “ecologicamente corretos”.	52%	38%	5%	0%	5%
5	Na sua opinião, os produtos desenvolvidos atualmente atendem as necessidades dos usuários.	90%	10%	0%	0%	0%

Tabela 6 - Estratégia 1: Desenvolvimento de um Novo Conceito de Produto

Fonte - A autora

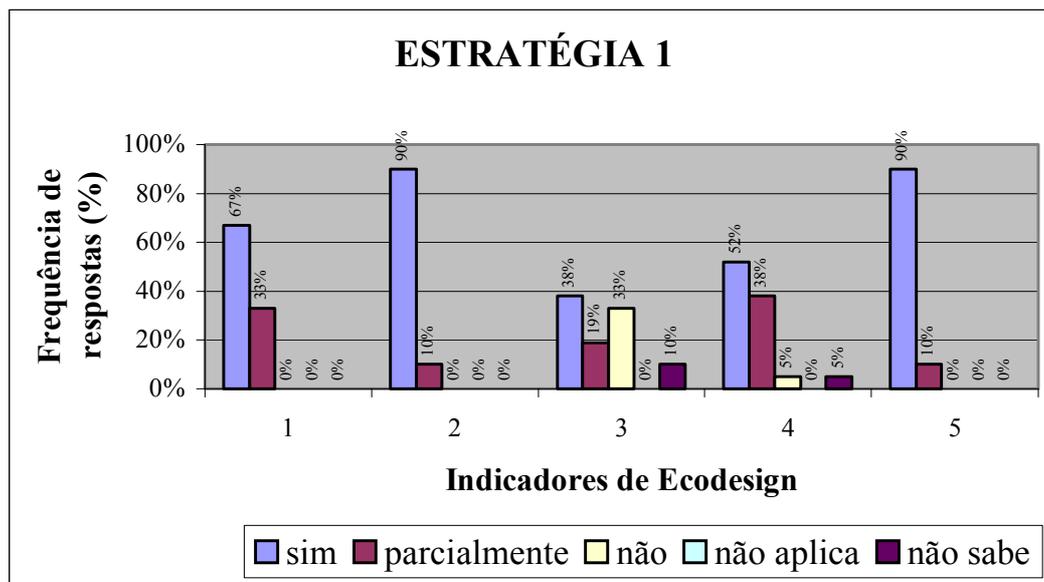


Gráfico 6 - Estratégia 1: Desenvolvimento de um Novo Conceito de Produto

Fonte - A autora

Através dos dados obtidos pelas entrevistas é possível perceber que os funcionários têm uma visão essencialmente similar em relação aos Indicadores de Ecodesign. Os resultados foram os seguintes:

- 67 % dos entrevistados afirmam que o produto fabricado é considerado “ecologicamente correto”, enquanto os outros 33% acreditam que o produto pode ser considerado como sendo parcialmente “ecologicamente correto”;
- Quanto à pesquisa de mercado para o produto na fase de sua concepção, 90% dos funcionários entrevistados afirmam que esta é realizada e 10% consideram que a pesquisa é feita em caráter parcial;
- 38% dos entrevistados pensam que na empresa existe ou existiria uma demanda para produtos "verdes", 19% acreditam que esta demanda é parcial, 33% afirmam que não existe ou existiria tal demanda e 10% não sabem a respeito;
- 52% dos funcionários entrevistados acreditam que a empresa teria pessoal técnico capacitado para desenvolver produtos “ecologicamente corretos”, caso necessário, 38% acham que esta capacidade de desenvolvimento abrange parte do corpo técnico, 5% afirmam que não existe pessoal capacitado e os outros 5% não sabem a respeito;
- Em relação ao atendimento das necessidades dos usuários por parte dos produtos desenvolvidos atualmente, somente 10% dos entrevistados julgam estas

necessidades parcialmente atendidas, contra 90% que afirmam que o produto atende completamente a estas necessidades.

Estratégia 2 – Otimização de aspectos físicos do produto

Esta estratégia trata de aspectos inerentes ao produto a serem definidos na fase de projeto, como é função, tempo de vida útil, tipo de consumidor, tipo de estrutura, matéria prima, relação do produto com o usuário, agregando valores ambientais ao mesmo.

ESTRATÉGIA 2		SIM	PARCIAL MENTE	NÃO	NÃO APLICA	NÃO SABE
INDICADORES DE ECODESIGN						
1	Ao desenvolver o nosso produto, procuramos integrar as suas diversas funções em uma só.	52%	28%	10%	10%	0%
2	Procura-se maximizar a confiabilidade e durabilidade do produto.	100%	0%	0%	0%	0%
3	Aspectos como a facilidade de manutenção e reparo, não só pela assistência técnica, bem como pelo usuário, são observados no desenvolvimento do produto.	95%	5%	0%	0%	0%
4	Procura-se simplificar o produto sem afetar a sua funcionalidade e/ou custo.	95%	5%	0%	0%	0%
5	O produto é acompanhado de um manual com instruções e/ou recomendações para melhor uso e manutenção do mesmo.	100%	0%	0%	0%	0%
6	O produto tem estrutura “modular”.	100%	0%	0%	0%	0%
7	O produto pode ser atualizado sob o ponto de vista funcional e/ou estético com o passar do tempo.	95%	5%	0%	0%	0%

Tabela 7 - Estratégia 2: Otimização de aspectos físicos do produto

Fonte - A autora

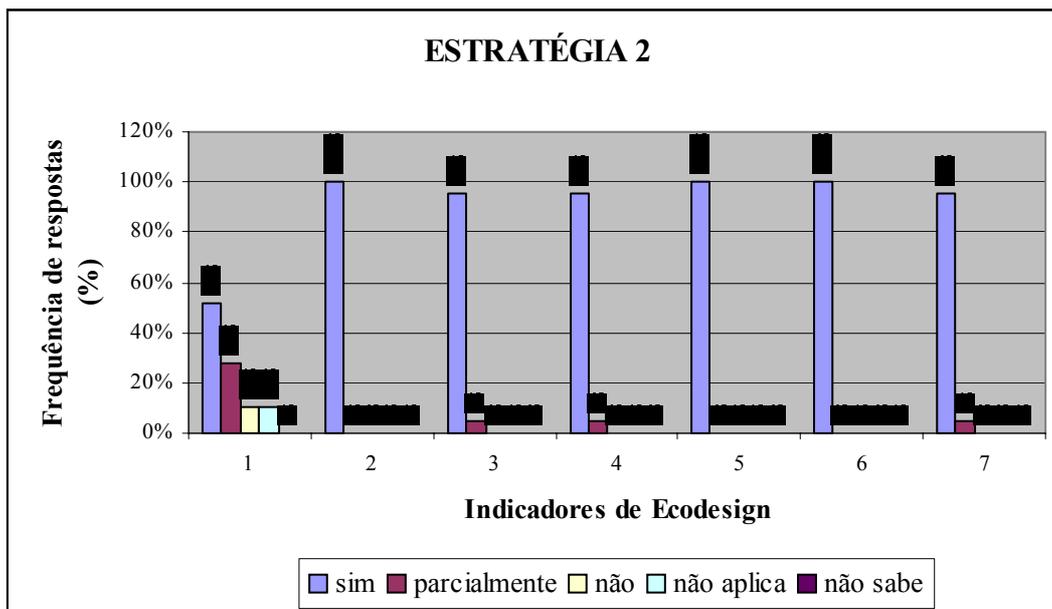


Gráfico 7 - Estratégia 2: Otimização de aspectos físicos do produto

Fonte - A autora

Ao analisar os dados da pesquisa é possível perceber a eficiência da empresa em relação à execução desta estratégia. Os dados obtidos foram os seguintes:

- 52% das pessoas entrevistadas acreditam que há uma integração de diversas funções em uma em seu produto e que é observada em seu desenvolvimento, 28% afirmam que esta integração é parcial, 10% julgam que esta integração não existe e outros 10% afirmam que esta integração não se aplica ao tipo de produto fabricado;
- Todos os entrevistados afirmam que durante todo desenvolvimento do produto existe uma preocupação quanto à maximização da confiabilidade e durabilidade do mesmo;
- 95% dos funcionários entrevistados acreditam que durante o desenvolvimento do produto são observados itens de facilidade de manutenção e reparo tanto pela assistência técnica como pelo usuário e 5% julgam que este requisito é parcialmente levado em consideração durante o desenvolvimento, pois existe necessidade de aumentar esta facilidade;
- Somente 5% dos entrevistados acreditam que parcialmente procura-se simplificar o produto sem afetar a sua funcionalidade e/ou custo, enquanto 95% afirmam que este requisito é totalmente alcançado;

- Todos têm conhecimento que os produtos vêm acompanhados de manual de instruções e/ou recomendações levando o usuário a fazer um uso e manutenção adequados do mesmo;
- 100% afirmam que seu produto tem estrutura “modular”;
- 95% acreditam que é possível tornar seu produto atualizado somente com a troca de componentes do produto e 5% acham que esta atualização é parcial.

Estratégia 3 – “Otimização do material usado”

É possível realizar um projeto orientado ao meio ambiente quando há uma seleção de substâncias e materiais, para a concepção de um produto, que agride menos o meio ambiente, bem como um programa de re-uso ou reciclagem de refugos de matérias primas.

ESTRATÉGIA 3		SIM	PARCIAL MENTE	NÃO	NÃO APLICA	NÃO SABE
INDICADORES DE ECODESIGN						
1	São utilizados no produto materiais ou aditivos que sejam danosos ao meio ambiente e/ou a saúde do trabalhador tanto na matéria-prima quanto no processo de produção.	62%	28%	5%	5%	0%
2	Os produtos da minha empresa são concebidos utilizando-se matérias-primas renováveis.	24%	38%	33%	5%	0%
3	A matéria-prima utilizada no produto é encontrada longe da produção ou é de difícil extração/captação.	24%	14%	62%	0%	0%
4	O produto foi desenvolvido com materiais reciclados advindos de outros processos industriais.	24%	19%	52%	0%	5%
5	É feito o re-uso dos refugos de materiais do seu processo de produção.	28%	43%	24%	0%	5%

6	A empresa tem um programa de captação de materiais para reciclagem ou re-uso.	62%	24%	9%	0%	5%
7	Procura-se reduzir o peso dos materiais utilizados, bem como o volume de embalagem durante o projeto do produto.	95%	5%	0%	0%	0%

Tabela 8 - Estratégia 3: "Otimização do material usado"

Fonte - A autora

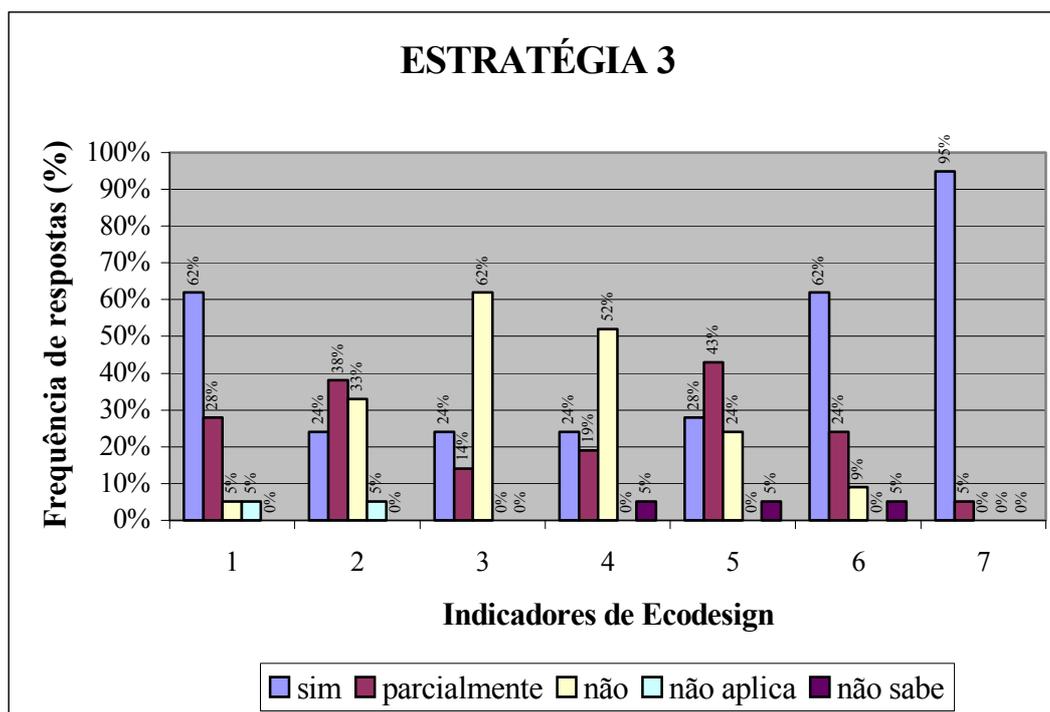


Gráfico 8 - Estratégia 3: "Otimização do material usado"

Fonte - A autora

Os resultados da Estratégia 3 estão descritos a seguir:

- 62% dos entrevistados afirmam que os materiais ou aditivos usados no produto são prejudiciais meio ambiente e/ou a saúde do trabalhador, 28% acreditam que os materiais ou aditivos são parcialmente prejudiciais, 5% não os consideram prejudiciais e 5% afirmam que não se aplica ao seu tipo de produto;
- Quanto ao uso de matérias-primas renováveis, 24% dos funcionários entrevistados acreditam que são de uso da empresa, 38% consideram partes de sua matéria-prima como sendo renováveis, 33% afirmam que a matéria-prima

- utilizada não é renovável e 5% acha que este indicador de ecodesign não se aplica ao segmento da empresa;
- 62 % dos entrevistados afirmam que a matéria-prima utilizada no produto é encontrada próxima da produção não apresentando dificuldades de obtenção, 24% acham que existe dificuldade de extração da matéria-prima e esta se localiza longe da produção e 14% acreditam que esta obtenção apresenta dificuldades parciais;
 - Em 52% das entrevistas houve resposta negativa quanto ao produto ser desenvolvido com materiais reciclados advindos de outros processos industriais, 24% das respostas foram afirmativas, ou seja, que a matéria-prima advem de outros processos produtivos, 19% acreditam ser parte das matérias-primas advindas de outros processos e 5% não sabe a respeito.
 - Quanto ao re-uso dos refugos de materiais no processo de produção, 43% acreditam que é feito um re-suo parcial, 28% afirmam que este re-uso é realizado, 24% já acham que o re-uso não é feito no próprio processo produtivo e 5% não sabem o que é feito com o refugo proveniente do processo fabril;
 - Em 62% das entrevistas houve a consideração para existência de um programa de captação de materiais para reciclagem ou re-uso, 24% consideram que este programa é de caráter parcial, 9% afirmam que a empresa não possui programação neste sentido e 5% não sabem a respeito de programas de captação;
 - Cerca de 95% dos entrevistados acreditam que durante o projeto do produto procura-se reduzir ao máximo o peso dos materiais, o volume de embalagens, contra 5% que consideram esta intenção parcial.

Estratégia 4 – “Otimização das técnicas de produção”

A Estratégia 4 é focada em princípios de produção mais limpa. Busca reduzir o consumo de energia, a emissão de poluentes e geração de rejeitos.

ESTRATÉGIA 4		SIM	PARCIALMENTE	NÃO	NÃO APLICA	NÃO SABE
INDICADORES DE ECODESIGN						
1	O produto foi concebido para ser produzido por uma linha de produção acionada por fontes alternativas de energia (gás natural, eólica, etc).	28%	5%	62%	0%	5%
2	O projeto do produto foi concebido de tal forma a reduzir ao máximo a geração de resíduos / emissões durante o seu processo de produção.	81%	5%	14%	0%	0%

Tabela 9 - Estratégia 4: "Otimização das técnicas de produção"

Fonte - A autora

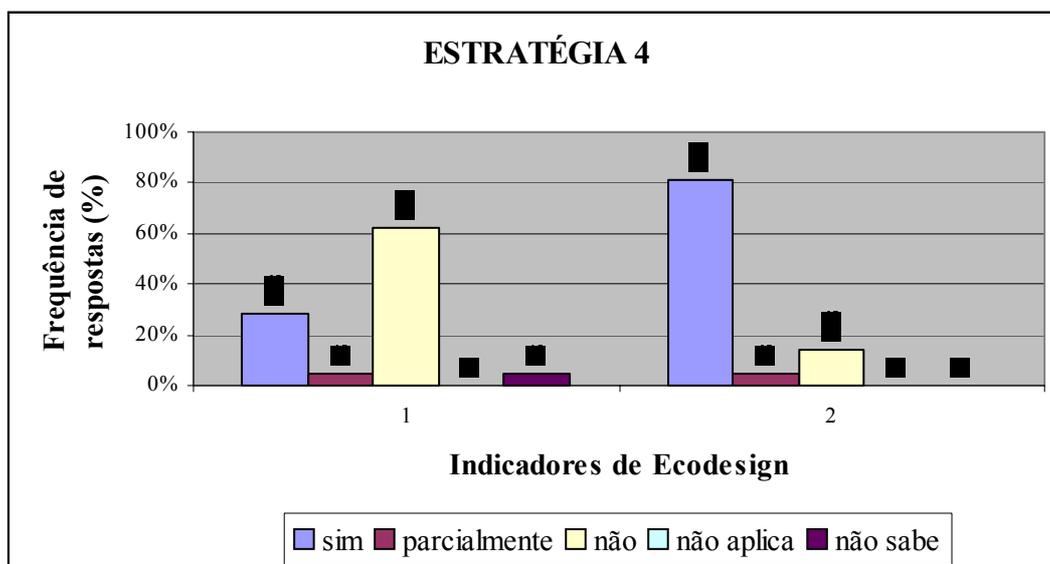


Gráfico 9 - Estratégia 4: "Otimização das técnicas de produção"

Fonte - A autora

Dentre os dados obtidos podemos enumerar:

- 62 % dos entrevistados afirmam que o produto não foi concebido para ser produzido por uma linha de produção acionada por fontes alternativas de energia, 28% acham que o produto pode ser concebido neste tipo de linha de produção, 5% considera que parte do sistema de produção é acionado por fontes alternativas e 5% não sabem a respeito;

- Em 81% das entrevistas é evidente o fato do projeto do produto ter sido concebido de tal forma a reduzir ao máximo a geração de resíduos / emissões durante o seu processo de produção, 5% delas afirmam que esta redução ocorre parcialmente no processo e 14% dizem que a concepção do projeto não se foca nesta intenção.

Estratégia 5 – “Otimização da distribuição”

Esta estratégia está voltada para a otimização do sistema de distribuição envolvendo diretamente o tipo de embalagem utilizada.

ESTRATÉGIA 5		SIM	PARCIAL MENTE	NÃO	NÃO APLICA	NÃO SABE
INDICADORES DE ECODESIGN						
1	Ao desenvolver o produto, considera-se o re-uso de embalagem através de um sistema de retorno da mesma entre o fabricante e o varejista e/ou consumidor final.	0%	0%	86%	5%	9%
2	Adotam-se materiais recicláveis para embalagens não-retornáveis ou materiais mais duráveis para embalagens retornáveis.	81%	5%	9%	0%	5%

Tabela 10 - Estratégia 5: “Otimização da distribuição”

Fonte - A autora

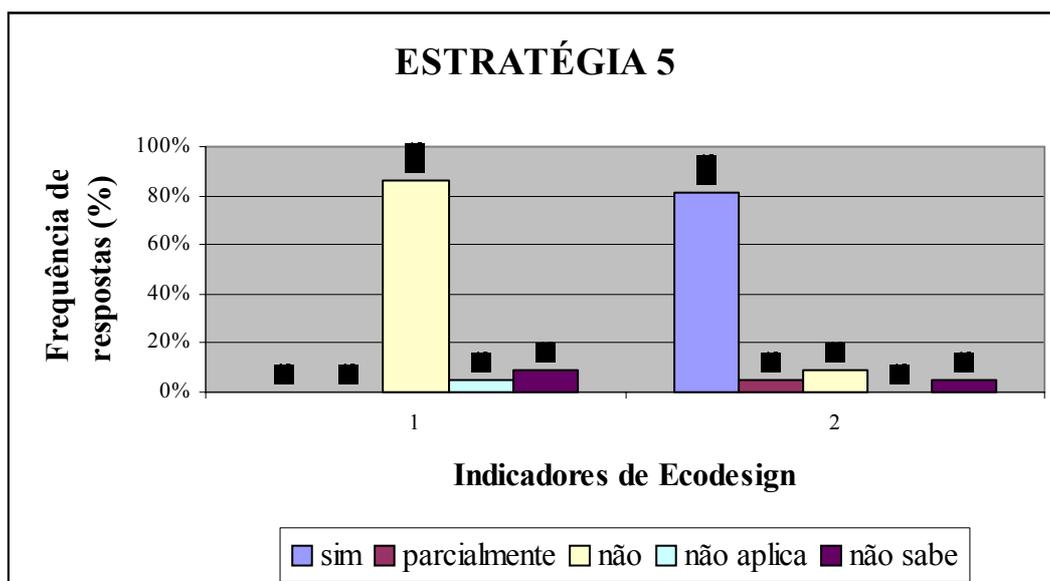


Gráfico 10 - Estratégia 5: “*Otimização da distribuição*”

Fonte - A autora

Os resultados na pesquisa são os seguintes:

- 86% dos entrevistados afirmam que não existe até o momento um sistema de retorno das embalagens entre o fabricante e o varejista e/ou consumidor final, 5% acreditam que este retorno não é de responsabilidade da empresa e 9% não sabem a respeito de embalagens;
- Quanto à utilização de materiais recicláveis em embalagens não-retornáveis, 81% dos entrevistados afirmam que se faz uso deste tipo de material em suas embalagens, 5% acham que esta utilização se dá em parte das embalagens, 9% não considera que estas embalagens sejam recicladas e 5% não sabem opinar sobre o assunto.

Estratégia 6 – “*Redução do impacto ambiental durante o uso do produto*”

Deve ser previsto na fase de projeto, o uso eficaz de insumos e energia durante o uso do produto.

ESTRATÉGIA 6		SIM	PARCIALMENTE	NÃO	NÃO APLICA	NÃO SABE
INDICADORES DE ECODESIGN						
1	O produto foi concebido de tal forma a consumir o mínimo de energia possível durante a sua utilização.	0%	0%	0%	100%	0%
2	O produto foi projetado para utilizar-se de energia “limpa” como fonte acionadora (propulsora).	0%	0%	0%	100%	0%
3	O produto foi concebido de tal forma que consuma o mínimo de consumíveis (água, óleo, filtro, detergentes e material orgânico) durante sua vida-útil.	0%	0%	0%	100%	0%
4	Os consumíveis (água, óleo, filtro, detergentes e material orgânico) utilizados no produto são “ecologicamente corretos”.	0%	0%	0%	100%	0%

Tabela 11 - Estratégia 6: “Redução do impacto ambiental durante uso do produto”

Fonte - A autora

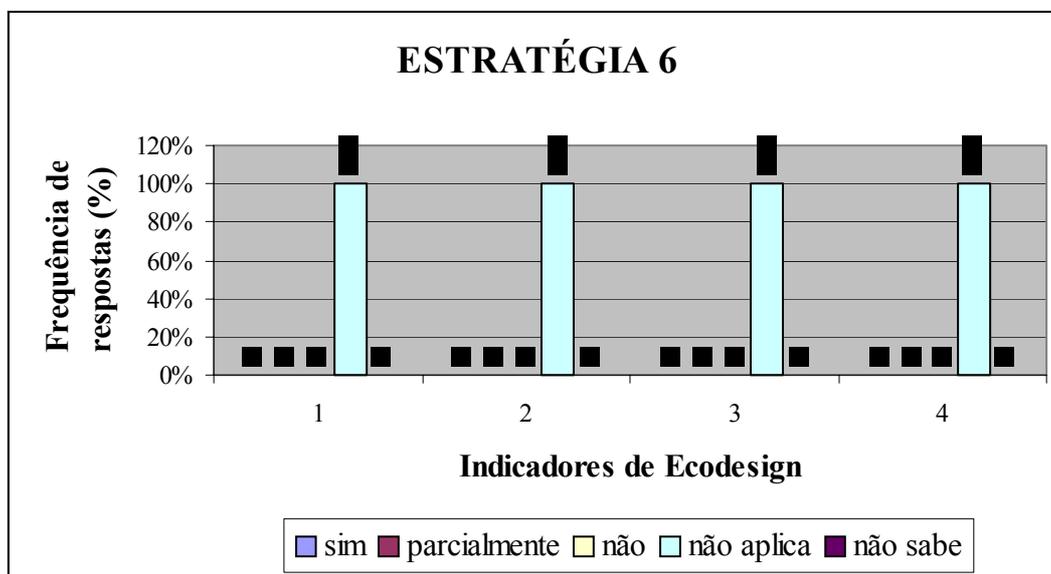


Gráfico 11 - Estratégia 6: “Redução do impacto ambiental durante uso do produto”

Fonte - A autora

Em todos os itens da estratégia os entrevistados concordaram no fato de não ser aplicável ao tipo de produto fabricado, pois o mesmo não consome energia ou insumos durante sua vida útil.

Estratégia 7 – “Otimização da vida final do sistema”

Esta estratégia está focada na utilização do produto após a sua vida útil, para que o mesmo não provoque impactos ambientais nesta fase de sua existência.

ESTRATÉGIA 7		SIM	PARCIALMENTE	NÃO	NÃO APLICA	NÃO SABE
INDICADORES DE ECODESIGN						
1	O produto foi projetado de tal forma que possa ser totalmente ou parcialmente reutilizado após sua vida-útil para a mesma aplicação ou uma nova.	28%	14%	48%	5%	5%
2	O todo ou parte dos componentes do produto podem ser remanufaturados para então serem reutilizados para a mesma aplicação ou uma nova, após sua vida-útil.	19%	14%	67%	0%	0%
3	O todo ou parte dos componentes do produto podem ser utilizados como materiais para reciclagem.	76%	14%	10%	0%	0%
4	Os componentes do produto podem ser incinerados com segurança sob o aspecto da saúde humana.	24%	9%	49%	9%	9%
5	O produto foi projetado de tal forma a facilitar a sua desmontagem após sua vida-útil.	81%	19%	0%	0%	0%

Tabela 12 - Estratégia 7: “Otimização da vida final do sistema”

Fonte - A autora

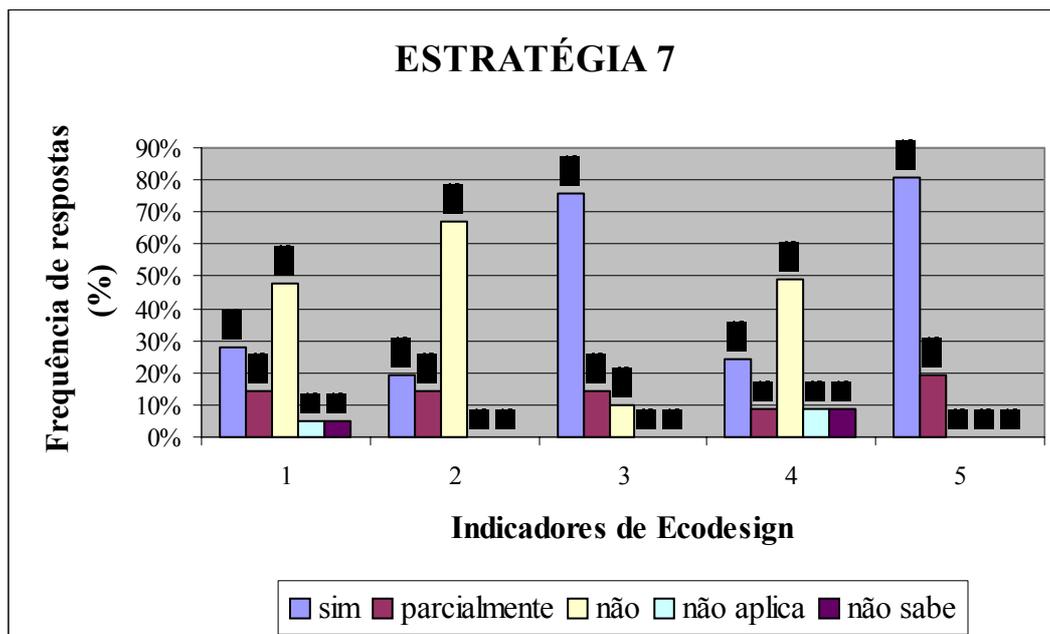


Gráfico 12 - Estratégia 7: "Otimização da vida final do sistema"

Fonte - A autora

Os resultados obtidos estão relacionados a seguir:

- 28% dos funcionários entrevistados acreditam que o produto foi projetado de maneira a ser totalmente ou parcialmente reutilizado após sua vida útil para a mesma aplicação ou uma nova, 14% afirmam que esta reutilização ocorre parcialmente, 48% acham que isto não é possível, 5% dizem que não se aplica ao produto e 5% não sabem a respeito;
- 67% dos entrevistados afirmam que não é possível remanufaturar o produto ou seus componentes para reutilizá-los após sua vida útil, 19% acreditam que esta remanufaturação pode ser realizada, enquanto 14% acham que esta deve ser parcial;
- Quanto à reciclagem, 76% dos entrevistados afirmam que é possível utilizar o produto ou seus componentes como material para reciclagem, 14% acreditam que esta reutilização é parcial e 10% acham que não é possível aproveitar o material para reciclagem;
- Em 49% das entrevistas existem afirmativas dizendo que não há segurança sob o aspecto da saúde humana quanto à incineração dos componentes do produto, 9% acreditam que esta segurança é parcial, 24% afirmam que é possível incinerar o

produto sem prejudicar o ser humano, 9% acham que incineração não se aplica ao tipo de produto, 9% não sabem a respeito;

- 81% dos entrevistados afirmam que o produto foi projetado de tal forma a facilitar a sua desmontagem após sua vida-útil e 19% consideram esta facilidade de caráter parcial.

Com base nos resultados anteriores pode-se perceber que, de uma forma geral, a empresa tem uma visão coerente sobre as práticas de ambientais por ela adotadas. Esta visão independe do setor, o que se conclui que a informação é bem disseminada entre os funcionários independentemente de sua função. A partir disto é possível perceber que o Setor de Projeto de Produtos envolve toda a empresa no desenvolvimento, não sendo uma prática isolada e independente das demais. O que existe, portanto, é uma grande ligação deste com os demais setores, principalmente o Setor de Produção. O que deve ser salientado, no entanto, é que estas práticas mesmo já adotadas não são denominadas internamente como Estratégias de Ecodesign. Isto se deve ao fato da falta do uso de uma nomenclatura adequada as práticas ambientais adotadas.

Neste capítulo foram apresentados os dados levantados através do questionário aplicado aos diversos setores da empresa e a análise dos mesmos. No capítulo seguinte serão apresentadas as conclusões gerais desta dissertação, bem como, recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi feita revisão da literatura sobre o Desenvolvimento de Produtos, as Metodologias de Projeto, o Projeto para o Meio Ambiente e a avaliação do ciclo de vida. A partir dessa revisão, foi feito um estudo de caso em uma empresa mineira representativa no setor moveleiro avaliando a sua situação em relação às práticas de Ecodesign por ela desempenhadas. Verificou-se qual a visão dos diversos setores da empresa em relação ao tema. O processo projetual e produtivo foi descrito, podendo assim apontar, a partir da literatura levantada, aspectos que podem ser destacados, melhorados e adotados pela empresa. Verificou-se também a importância que o Setor de Projeto de Produtos apresenta para todos os funcionários e para a empresa em geral, e a inter-relação deste setor com os demais existentes na organização.

Através do questionário aplicado foi possível identificar, as práticas atuais realizadas pela empresa que podem ser relacionadas às práticas de Ecodesign. Foram identificadas as principais barreiras internas e externas que influenciam a empresa diretamente na adoção de práticas ambientais no desenvolvimento de produtos. Foram apontadas formas adequadas e eficientes de Desenvolvimento de Produtos, bem como recomendadas ferramentas ligadas a Metodologias de Projeto que podem ser adotadas pela empresa. Foi possível também perceber como a avaliação do ciclo de vida e o Projeto para o Meio Ambiente, incorporados ao projeto, ajudam a conceber produtos “ambientalmente corretos”, com melhor aproveitamento da matéria-prima utilizada, redução da geração de rejeitos, facilidade para desmontagem e reciclagem, entre outros aspectos.

Quanto aos aspectos abordados pela pesquisa, pode-se concluir que a empresa de uma forma geral tem a visão coerente sobre o Sistema de Gestão da Qualidade – SGQ, porém ainda é preciso informar melhor aos funcionários sobre o que vem a ser o Sistema de Gestão Ambiental – SGA. Quanto à certificação fica evidente que a maioria dos funcionários sabe precisamente que o SGQ está em certificação e o SGA está em planos para a certificação no próximo ano. A maioria dos entrevistados acredita que é preciso um maior incentivo por parte da Legislação vigente no sentido de

obrigar as empresas a adotarem práticas de Ecodesign no desenvolvimento de produtos, e que tais práticas são adotadas na empresa por desejo de contribuir na redução do impacto ambiental e para melhorar sua imagem perante a sociedade, independente da legislação. Segundo a visão dos entrevistados só será possível fabricar produtos considerados “ecologicamente corretos” a partir do momento que os próprios consumidores tomarem consciência desta importância e passarem a demandar por este tipo de produto. É importante ressaltar que um número significativo de funcionários não conseguiu apontar barreiras que dificultariam a adoção das práticas ambientais, pois consideram que a empresa já executa tais práticas e é parte de sua própria filosofia preocupar-se com o meio ambiente e com a saúde do trabalhador. Em se tratando dos Indicadores de Ecodesign e dentro dos aspectos relacionados anteriormente, fica notável que a maior parte dos entrevistados considera efetivo o uso das ferramentas relacionadas no questionário que já foram descritas e analisadas no capítulo 5 desta dissertação.

Pode-se constatar que a empresa realiza efetivamente o desenvolvimento de seu produto, porém não adota nenhuma metodologia específica, tendo desenvolvido método próprio, aparentemente através da conjugação de princípios dispersos entre diversas metodologias clássicas do Design Industrial. Esta postura não é, entretanto, negativa, visto que diversos elementos de ferramentas de projeto foram identificados, o que demonstra o amadurecimento da empresa em relação ao projeto de produtos. Fazendo-se um paralelo entre as ferramentas de Desenvolvimento de Produtos mencionadas na Revisão de Literatura e a identificação das ferramentas adotadas pela empresa pode-se chegar às seguintes conclusões.

A Gestão de *Portfólio* é realizada no Setor de Projeto de Produtos, porém esta prática não está formalizada, não recebendo então nenhuma denominação. Há uma avaliação periódica de oportunidades para novos projetos, além da realização de uma pesquisa de aceitação dos mesmos, buscando melhoria constante da qualidade de seu *Portfólio* e alocação adequada de recursos. A Revitalização das Plataformas é adotada também pela empresa, pois vários de seus produtos podem ser modernizados ou atualizados apenas com a troca e a recombinação de alguns de seus componentes. Já o Plano Agregado de Projetos – PAP ocorre de maneira formalizada (embora não receba nenhum nome específico), e através da análise de documentação pode-se perceber que

existe uma preocupação em alocar recursos de forma balanceada, priorizar projetos, além de uma evidente preocupação com o seu *Lead Time*.

Foi observada em várias etapas da concepção do produto, a aplicação de princípios do *Stage-gate*, em que são avaliados periodicamente por equipes multifuncionais, os resultados parciais do projeto sofrendo correções para melhor tomada de decisões ao longo de todo o processo de concepção. É realizado um Teste de Conceito do produto, em que se identificam as necessidades e desejos dos clientes para serem incorporadas ao produto. Ainda pode-se perceber o uso de ferramentas como o Ciclo de Prototipagem e o Aprendizado com Projetos Anteriores. O Ciclo de Prototipagem ocorre em cada fase do processo produtivo, identificando os pontos críticos do processo, enquanto que o Aprendizado com Projetos Anteriores fica notável já que são armazenadas informações precisas sobre cada uma das etapas dos processos projetuais já realizados. Tal fato não impede que esta ferramenta seja constantemente aprimorada, pois envolve diferentes pessoas e informações que muitas das vezes podem ser omitidas.

Estas práticas, no entanto, podem tomar uma dimensão muito maior, se utilizadas a fim de melhorar não só a performance no desenvolvimento, como também a performance ambiental dos produtos. Levando-se em consideração aspectos de caráter ambientais, é possível adotar uma ou mais destas práticas como ferramentas auxiliares às práticas de Ecodesign.

A Figura 22 apresenta um diagrama esquemático do Processo de Desenvolvimento da empresa e aponta as etapas em que são adotadas as ferramentas citadas.

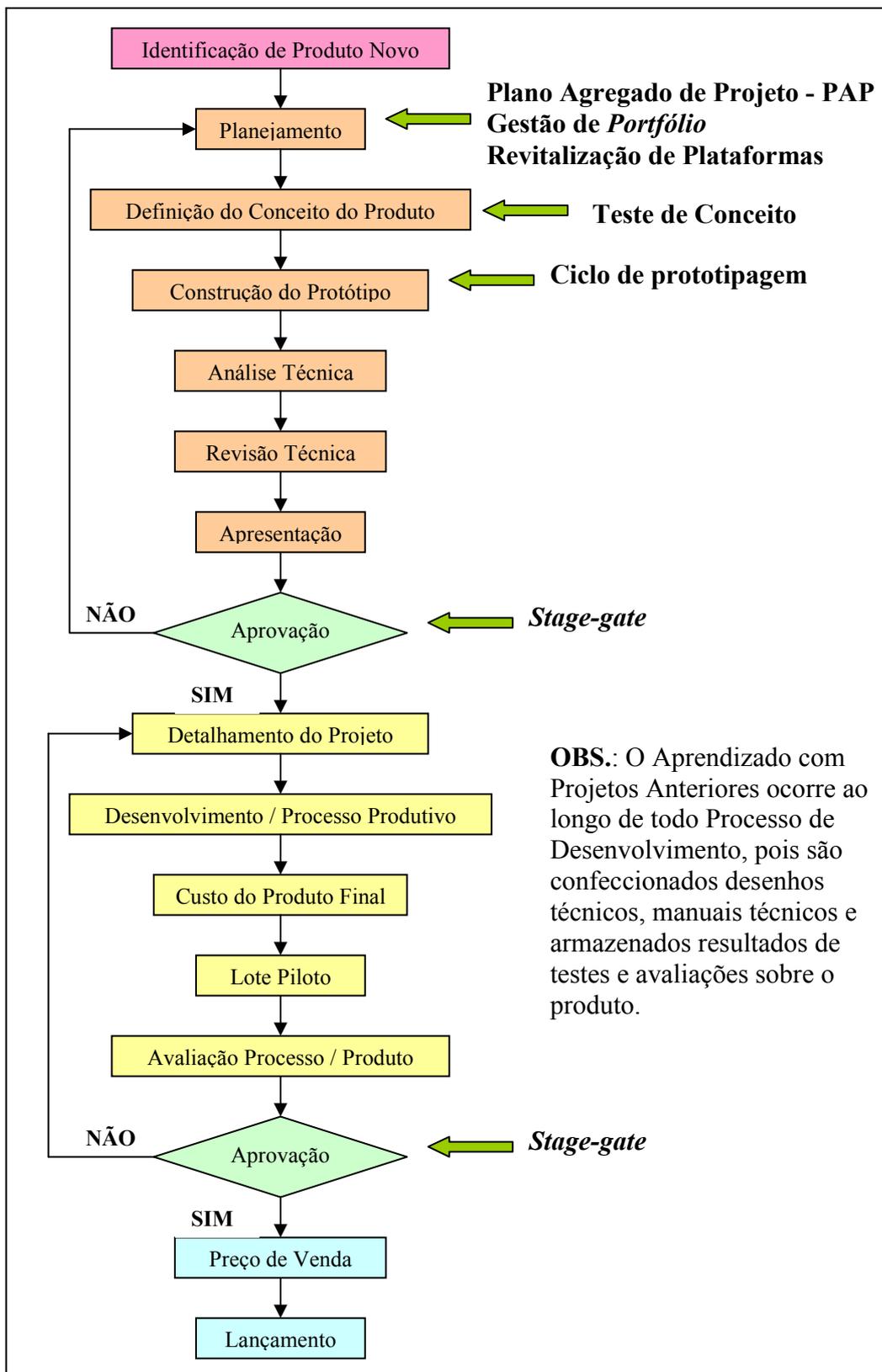


Figura 22 - Ferramentas identificadas no Processo de Desenvolvimento de Produtos na empresa pesquisada

Fonte - A autora

Algumas práticas de desenvolvimento de produtos não são adotadas, entre elas pode-se citar o Mapa de Percepção, o Desdobramento da Função Qualidade – QFD, o *Front-Loading Problem-Solving* – FLPS, apresentadas na figura 23.

Dentre estas práticas é importante chamar atenção para o QFD. Este pode ser aplicado a um produto (bens e/ou serviços) para identificar as necessidades dos clientes, auxiliando o processo de desenvolvimento do mesmo e garantindo a qualidade deste processo. Em uma análise mais criteriosa pode-se dizer que esta ferramenta serve para identificar as necessidades do cliente “meio ambiente”. Estas necessidades podem ser enumeradas como sendo, por exemplo, redução da degradação ambiental existente em todo o ciclo de vida do produto, destinação final adequada para produtos e rejeitos, escolha de matérias-primas “ecologicamente corretas”, dentre outras. Para isto deve-se conjugar esta ferramenta com outras como a avaliação do ciclo de vida e o Projeto para o Meio Ambiente – DfE. Desta forma é possível caminhar para uma nova denominação da ferramenta QFD, podendo ser chamada então de QFD Verde.

Outra ferramenta de destaque é o FLPS, que além de ser importante para reduzir o *Lead Time* e reduzir custos de desenvolvimento, pode ainda antecipar a resolução de problemas de natureza ambiental, incorporando ao projeto, logo em suas fases iniciais, características que auxiliem na redução dos impactos durante todo o ciclo de vida do produto. É evidente que esta ferramenta, assim como as demais, não pode ser empregada isoladamente, pois cada uma delas, inclusive as metodologias de projeto podem ser adotadas em conjunto para um único fim: melhorar a performance global do produto.

Com relação às Metodologias de Projeto, é importante observar a importância do apoio computacional à eficiência do método adotado. Não é objeto desta análise avaliar ou apontar métodos adequados, mas vale ressaltar que estes métodos facilitam o trabalho do planejamento do processo projetual. A empresa estudada já adota o sistema CAD como método computacional para desenvolver desenhos, que sem dúvida alguma, contribui positivamente na concepção do produto.

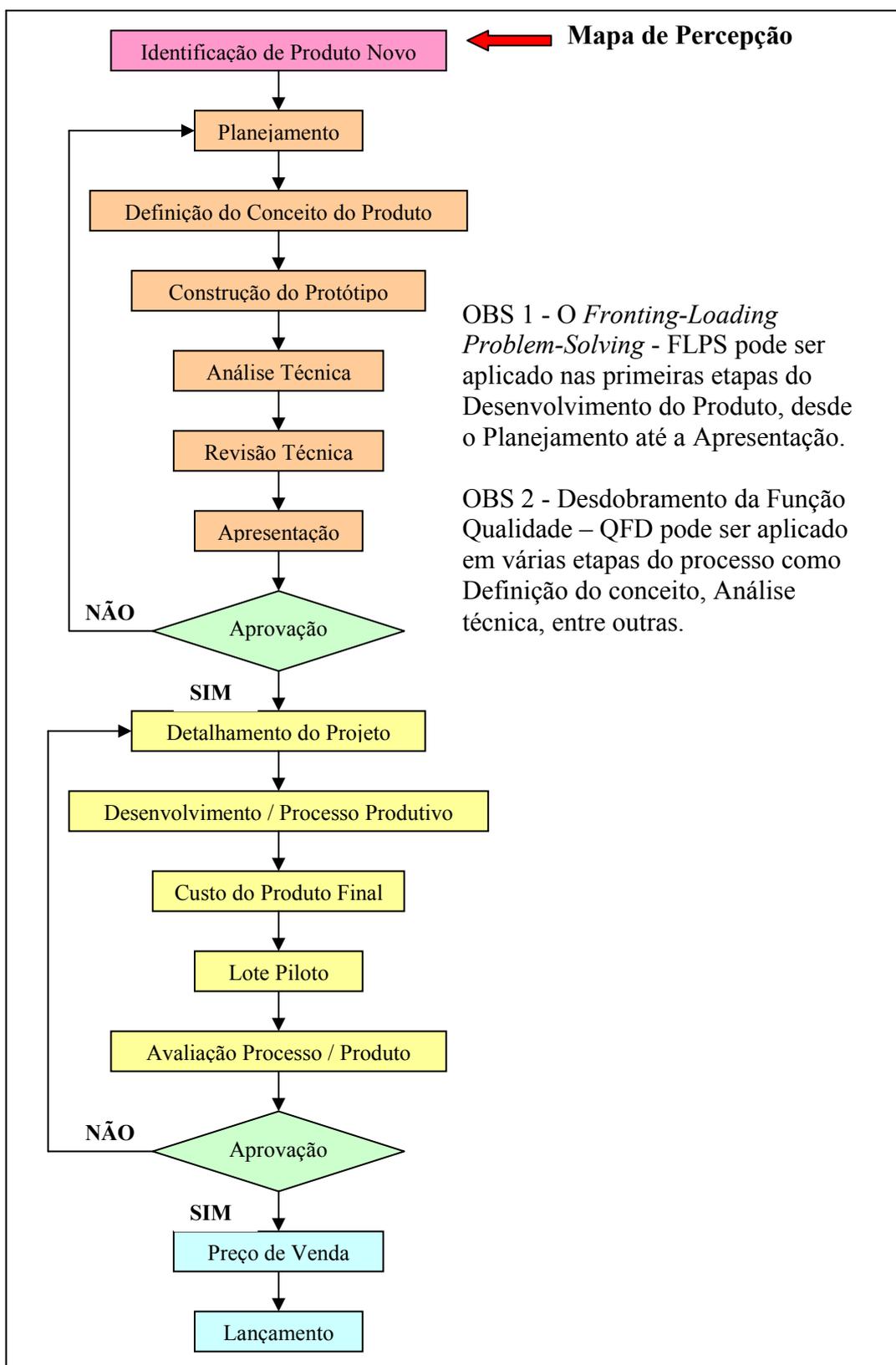


Figura 23 - Oportunidades identificadas para aplicação de novas ferramentas no Processo de Desenvolvimento de Produtos na empresa pesquisada

Fonte - A autora

É possível envolver todos os setores da empresa mais ativamente na contribuição ambiental através de processo de sensibilização que atinja a todos os níveis hierárquicos da empresa. Dentro das variáveis ambientais citadas na literatura, pode-se notar que é ainda não foi realizada uma avaliação do ciclo de vida do Produto, ou até mesmo que não há uma preocupação com a destinação final do mesmo. Variáveis desta natureza ainda podem ser incorporadas ao produto, identificando pontos positivos e negativos do seu ciclo de vida.

É fato que grande parte das empresas do mesmo ramo que se localizam na região ainda não adotam práticas ambientais. Para que este cenário seja modificado é necessário um planejamento além do próprio produto, que em alguns casos é realizado por projetistas que estejam fora dos limites da organização. Devido ao porte das empresas seria viável a adoção e implantação de práticas ambientais a serem elaboradas de forma coletiva para benefício comum. Esta conduta auxilia pequenas e médias empresas a melhorarem sua performance ambiental, bem como seu produto, com economia e competência. A adoção de pessoas especializadas em projetar produtos ajuda a empresa a se manter no mercado, com a concepção de produtos diferenciados, de qualidade e que agreguem valores ambientais. E como já foi mostrado no início deste trabalho, as formas atuais de concepção de produtos não são mais sustentáveis diante da realidade do planeta.

A empresa pesquisada se difere das demais por possuir um setor específico de projetos. Este setor além de buscar formas de tornar seu produto diferenciado e competitivo, se preocupa em realizar práticas que preservem o meio ambiente dentro das exigências da legislação vigente. Fatores como estes conferem à empresa pesquisada uma liderança de mercado, bem como um exemplo que deve ser seguido por empresários em todo o Brasil.

Esta dissertação faz uma análise qualitativa da empresa no que diz respeito a ferramentas de *Ecodesign*. Algumas dificuldades foram encontradas ao longo desta pesquisa. A principal delas foi identificar uma empresa que se dispusesse a abrir suas portas para uma análise de caráter ambiental. Outra barreira para este trabalho foi o número reduzido de empresas do setor moveleiro que possuem um departamento voltado ao desenvolvimento de produtos.

Neste trabalho, reuniu-se um conjunto de informações ambientais por meio de considerações, regras e procedimentos encontrados na literatura, com o objetivo de orientar os projetistas no sentido de incorporá-las ao projeto do produto. Parece evidente que a consideração de variáveis ambientais ainda na fase inicial do projeto propicia uma maior eficiência no processo de concepção do produto. Assim, o projetista deve considerar requisitos ambientais durante todo o ciclo de vida do produto, pois pode-se evitar que problemas advindos de uma fase do ciclo de vida sejam, simplesmente, transferidos para outras. A partir da pesquisa foi evidenciado que a abordagem ambiental torna-se cada vez mais relevante e esta tendência parece clara e, em princípio, irreversível. A questão econômica, entretanto, é ainda justificativa para opções relacionadas ao projeto voltado para o meio ambiente. Muitas vezes a redução de custos acaba por sobrepor-se a alternativas de projeto ambientalmente mais adequadas. Em contraponto, pode-se dizer que as crescentes pressões sociais, inclusive através da criação de legislação específica, acabarão por tornar a preocupação ambiental uma variável essencial ao projeto. Da mesma forma que a segurança do produto e o atendimento ao consumidor foram progressivamente considerados e hoje são critérios básicos de escolha e itens comuns a produtos que buscam excelência, espera-se que itens como não agressão ao meio ambiente e meios adequados para reciclagem sejam corriqueiros em um futuro próximo.

Para prosseguimento da pesquisa pode-se incorporar ao projeto aspectos de natureza ambiental ainda não adotados, para a redução da degradação ambiental pela fabricação, utilização e descarte de produtos, minimizando a necessidade de sistemas de tratamento ou re-aproveitamento de rejeitos na própria empresa. É possível também aplicar a avaliação do ciclo de vida aos produtos fabricados realizando um levantamento completo de cada ciclo. Uma análise quantitativa dos dados pode ser realizada, mensurando a quantidade de matéria-prima e insumos utilizados na fábrica e dispensados pelo processo produtivo. Seria de grande contribuição, uma análise das empresas da região, podendo-se sugerir aspectos relacionados à Ecologia Industrial que visam reunir esforços na busca de benefícios coletivos, melhorando a performance ambiental num âmbito mais abrangente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLENBY Braden R. Industrial ecology and design for environment. In: ECODESIGN 99: FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 1., 1999, Tokyo. *Proceedings...* Tokyo: IEEE Computer society, Feb. 1999. p. 2-3.

BENDZ Diana J. Industrial ecology in motion through enterprise integration. In: ECODESIGN 99: FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 1., 1999, Tokyo. *Proceedings...* Tokyo: IEEE Computer society, Feb. 1999. p. 20-26.

BIDERMAN, Maria Tereza C. *Dicionário didático de português*. 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 1998.

BLESSING, Lucienne T. M. *A process-based approach to computer-supported engineering design*. Cambridge, Mar. 1994. 369 p.

CHEHEBE, José Ribamar B. *Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1998. 120 p.

CHENG, Lin Chih. Caracterização da gestão de desenvolvimento do produto: delineando o seu contorno e dimensões básicas. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: IBGDP, 2000. p. 1-9.

CHENG, L. C. et al. *QFD – Planejamento da qualidade*. Belo Horizonte: UFMG / Escola de Engenharia / Fundação Christiano Ottoni, 1995. 261 p.

CLARK K. B.; WHEELWRIGHT S. C. *Managing new product and process development*. New York: The Free Press, 1993. 896 p.

CNTL – *Centro Nacional de Tecnologias Limpas*. Porto alegre: [s.n.], [s.d.]. 31 p.

COOPER, R.G. *Winning at new products: accelerating the process from idea to launch*. 2nd ed. Reading: Addison-Wesley Publishing, 1993. 358 p.

COOPER, R.G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio management in new product development: lessons from the leaders - I. *Research Technology Management*, v. 40(5), p.16-28, 1997a.

_____. Portfolio management in new product development: lessons from the leaders – II. *Research Technology Management*, v. 40(6), p. 43-52, 1997b.

COSTA, G. J. *As estratégias de ecodesign e o processo de desenvolvimento de produto em pequenas e médias empresas brasileiras: um estudo de múltiplos casos*. (a ser publicada). Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

CSILLAG, João Mário. *Análise do Valor: metodologia do valor: engenharia do valor, gerenciamento do valor, redução de custos, racionalização administrativa*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991. 303 p.

DOLAN, R. J. *Managing the new product development process*. Reading: Addison-Wesley Publishing, 1993. 392p.

DUARTE, Marcos Daniel. *Caracterização da rotulagem ambiental de produtos*. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ECODESIGN. Disponível em: <<http://www.pre.nl/ecodesign/>> Acesso em: 24 maio 2000.

GERTLER, N., EHRENFELD, J. *A dow-to-earth approach to clean production*. Technology Review, feb./mar. 1996. *apud* RAMOS, Jaime. *Alternativas para o projeto ecológico de produtos*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GOUVINHAS, Reidson P. *Avaliação do ciclo de vida – Preocupações ambientais no desenvolvimento de produtos*. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2001.

GRIFFIN, A. PDMA Research on new product development practices: updating trends and benchmarking best practices. *Journal of Product Innovation Management*, v.14, p.429-458, 1997.

GUNGOR, Askiner; GUPTA Surendra M. *Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey*. Computers and Industrial Engineering (An International Journal) (Forthcoming). 1998. 60 p.

HUANG, George Q. *Design for X: concurrent engineering imperatives*. London: Champman & Hail, 1996. p. 01-17.

FISKEL, Joseph. *Design for environment: creating eco-efficient products and processes*. New York: McGraw-Hill, 1996. *apud* VENZKE, Cláudio Senna. *A situação do ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS: análise da postura e das práticas ambientais*. 2002. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

IPA, *Institut für Produktionstechnik und Automatisierung*. Available from <<http://www.ipa.fhg.de>> Cited: 10 Aug. 2001. *apud* VENZKE, Cláudio Senna. *A situação do ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS: análise da postura e das práticas ambientais*. 2002. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

IRAP site (NRC-CNRC). Disponível em: <http://dfe-sce.nrc-cnrc.gc.ca/overview/benefits_e.html> Acesso em: 11 maio 2003.

MANZINI, Ézio. A utopia ecológica do projeto. *Design e interiores*, São Paulo, n. 22, p. 90-95, jan. 1991. *apud* RAMOS, Jaime. *Alternativas para o projeto ecológico de produtos*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MAGALHÃES, Rita Mello. *Análise de ciclo de vida orientada para o meio ambiente – o contexto de projeto e gestão para o desenvolvimento sustentável*. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MEDEIROS, E. N. *Uma proposta de metodologia para o desenvolvimento de projeto de produto*. 1981. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MEYER, M. H. Revitalize your product lines through continuous platform renewal. *Research Technology Management*, v. 40(2), p. 17-28, 1997.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 14 de março de 2003.

MUNARI, B. *Diseno y comunicación visual*. Colección Comunicación Visual. 3. ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1975. 361 p.

PRATES, Gláucia Aparecida. *Ecodesign utilizando QFD, métodos Taguchi e DFE*. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

RAMOS, Jaime. *Alternativas para o projeto ecológico de produtos*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ROMEIRO Filho, E. *A integração na empresa através da utilização de sistemas informatizados de apoio ao projeto*. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SCHEER, August-Wilhelm. *CIM: Evoluindo para a fábrica do futuro*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1993.

THOMKE S.; FUJIMOTO T. The effect of “front-loading problem-solving” on product development performance. *Journal of Product Innovation Management*, v. 17, p. 128-142, 2000.

UNIDO – United Nations Industrial Development Organization. In: NGO FORUM ON CLEANER INDUSTRIAL PRODUCTION, 1995, Austria. Oct, 1995.

VENZKE, Cláudio Senna. *A situação do ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS: análise da postura e das práticas ambientais*. 2002. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

WANN, David. *Deep design: pathways to a livable future*. Washington: Island Press, 1996. *apud* RAMOS, Jaime. *Alternativas para o projeto ecológico de produtos*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BIBLIOGRAFIA

ABRE – Associação Brasileira de Embalagens. Disponível em: <<http://www.abre.org.br>> Acesso em: 22 maio 2000.

AKAO, Y. Introdução ao desdobramento da função qualidade. Belo Horizonte: Ed. Fundação Christiano Ottoni, 1996. 187 p.

BERTUSSI, L.A. *Projeto: Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos da cidade de Cascavel – Estado do Paraná/Brasil*. Curitiba, 1999. Disponível em: <<http://www.repamar.com.br>> Acesso em: nov. 1999.

BITENCOURT, Antônio Carlos P.; OGLIARI, André; FORCELLINI, Fernando Antônio. Systematization of product conceptual redesign for the environment. Product: Management & Development. *Revista Brasileira de Desenvolvimento de Produto*, v. 1, n. 1, p. 15-24, setembro de 2001.

BRAGA, J. *Desembalando a Embalagem*. 1993. Disponível em: <<http://órbita.starmedia.com/~jbraga//embala.html>> Acesso em: nov. 1999.

CASPERSEN, N. I. e SORENSEN, A. Improvements of products by means lifecycle assessment: high pressure cleaners. *Journal of Cleaner Production*, v. 6, p. 371-380, 1998.

CETEA – Centro de Tecnologia de Embalagem. Disponível em: <<http://www.cetea.ital.org.br/cetea/ema.html>> Acesso em: dez. 1999.

CHARTER, M. *Product design and ISO 14001*. Survey, Reino Unido: The survey institute of art and design, University College, 2002.

COOPER, R. G. From experience: the invisible success factors in product innovation. *Journal of Product Innovation Management*. v. 16, p. 115-133, 1999.

COSTA, C. P., Reengenharia do processo de desenvolvimento de produtos baseada em engenharia simultânea e na tecnologia Workgroup Computing. In: CONAI'94 – CONGRESSO NACIONAL DE AUTOMAÇÃO (CD rom), 5., 1994, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SOBRACON – Sociedade brasileira de comando numérico, automação industrial e computação gráfica, 1994.

COSTA, G. J.; GOUVINHAS, R. P. *The Utilisation of Ecodesign Practices within Brazilian SME Companies*. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2002.

DI BENEDETTO, C. A. Identifying the key success factors in new product launch. *Journal of Product Innovation Management*. v. 16(6), p. 530-542, 1999.

ECHEVESTE, E. M.; SAURIN, T.; DANIELEVICZ, A. M. F. Avaliação do uso de práticas de ecodesign nas indústrias do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (CD rom), 3., 2001, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: IBGDP, mar. 2001.

EUREKA, W.E. e RYAN, N.E. *QFD – Perspectivas gerenciais do desdobramento da função qualidade*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1993. 124 p.

FERROLI, P. C. M.; FERROLI, R. H.; LIBRELOTTO, L. I.; FIOD Neto, M. O QFD auxiliando o projeto de novos produtos nas organizações em aprendizagem. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: IBGDP, 2000.

FRANÇA, J. L. *Manual para normalização de publicações técnico-científicas*. 5. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001. 211 p.

FRANCO PEREIRA, Andréa. *Application des connaissances issues du développement durable, de l'environnement et de la systémique, au design industriel de produits dans une approche de "macroconception"*. 2001. Thèse (Docteur Conception et Qualité de Produits et Processus) – Université de Technologie de Compiègne, France.

_____. O design e o uso dos materiais sob uma visão ecológica. In: P&D DESIGN 96 – CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 1996, Belo Horizonte. |*Anais...* Belo Horizonte, out. 1996.

_____. Eco-ergonomics - Interaction between environment and man-industry system. In: IEA' 97 – INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION TRIENNIAL CONGRESS, 13., 1997, Tampere. *Proceedings...* Tampere, June 1997.

_____. *Emballages ménagers et environnement: la conception issue de l'écodesign*. Mémoire de DEA Sciences de l'Homme et Technologie, UTC - Université de Technologie de Compiègne, sept. 1998.

_____. O papel do design quanto à inovação tecnológica. In: P&D DESIGN 98 – CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 1998, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, out. 1998.

FRANCO PEREIRA, Andréa; DEJEAN, Pierre-Henri. Design and environment: taking into account the interactions between the social actors. The case of domestic packing. In: DESIGN PLUS RESEARCH SYMPOSIUM. 2000, Milan. *Proceedings...* Milan, May 2000. p. 411-417.

FRANCO PEREIRA, Andréa; LOSCHIAVO, Maria Cecília. Design pré-reciclagem e pós-reciclagem: contribuição à discussão do programa do lixo urbano de embalagem, levando em conta a complexidade sistêmica da coleta e triagem. P & D DESIGN – CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 2002, Brasília. *Anais....* Brasília, out. 2002.

_____. *Packaging: function, re-function and malfunction. from consumer society to the homeless material culture.* In: ECODESIGN 99: FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 1., 1999, Tokyo. *Proceedings...* Tokyo: IEEE Computer society, Feb. 1999. p. 492-496.

FURTADO, João Salvador. *Produção Limpa.* Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/>> Acesso em: dez. 1999.

GRAEDEL, J. E.; ALLENBY, B. R. *Industrial Ecology.* New Jersey: Prentice Hall, 1995.

GRIFFIN, A.; HAUSER, J. R. Integrating R and D marketing: a review and analysis of the literature. *Journal of Product Innovation Management.* v. 13(3), p. 191-215, 1996.

GRIFFIN, A.; PAGE A. An interim report on measuring product development success and failure. *Journal of Product Innovation Management.* v. 10, p. 291-308, 1993.

_____. PDMA Success measurement project: recommended measures for product development success and failure. *Journal of Product Innovation Management.* v. 13, p. 478-496, 1996.

HOLLINS, Bill.; PUGH, Stuart. *Successful product design: what to do and when.* London: Butterworth & Co. Ltd., 1990.

JORNAL ESTADO DE SÃO PAULO. *Especialistas são contra embalagens descartáveis.* 06/09/1998. Disponível em: <<http://www.estado.com.br/jornal/98/09/06/news109.html>> Acesso em: out. 1999.

_____. *Idec quer extinguir comercialização do leite C.* 20/01/1999. Disponível em: <<http://www.estado.com.br/jornal/99/01/20/news149.html>> Acesso em: out. 1999.

_____. *Setor de alimentos ganha novos tipos de embalagem*. 19/05/1996. Disponível em: <<http://www.estado.com.br/jornal/96/05/19/TEGIA19.html>> Acesso em: out. 1999.

LEITE & DERIVADOS. *Os Modernos Aditivos Enriquecendo Laticínios*. São Paulo, v.7, n. 44, p. 11, jan./fev.1999a.

_____. *Situação do Leite no Brasil*. São Paulo, v. 7, n. 44, p. 6, jan./fev.1999b.

_____. *Um Ano Atípico na Década*. São Paulo, v. 7, n. 44, p. 8, jan./fev.1999c.

LEUNG, Horris C. Collaborative manufacturing environment with use of hipermedia. In: SOFTWARE SYSTEMS IN ENGINEERING 1995 AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, Petroleum Division (Publication) PD v.67. ASME, New York, p. 121-129, 1995.

LODY, Raul. *Um pouco sobre embalagem*. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/historia.htm>> Acesso em: jun. 2000.

LOPES, F. G. *Aplicação de QFD, FMEA e TAGUCHI no Desenvolvimento de Produtos Injetados*. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo: USP, 1991.

LUTZ, J. *Entrevista Ecodesign*. Disponível em: <<http://www.univercidade.br/greenmaprio/entrevistas/entrevistas01pt.htm>> Acesso em: 01 jul. 2002.

LUZ, Vicente. *A metodologia QFD*. Rio de Janeiro: VLUZ Consultores Associados, 1995.

LYNN, G. S.; SKOV, R. B.; ABEL, K. D. Practices that support team learning and their impact on speed to market and new product success. *Journal of Product Innovation Management*. v. 16(5), p. 439-454, 1999.

MADI, L. F. C. A embalagem no século XXI – Perspectivas e tendências. In: SEMINÁRIO BRASIL PACK TRENDS 2005 – EMBALAGEM, DISTRIBUIÇÃO E CONSUMO, 2000, São Paulo. *Anais...* São Paulo: CETEA/ITAL, 2000.

_____. *Análise do ciclo de vida de embalagens para o mercado brasileiro*. Disponível em: <<http://www.cetea.ital.org.br>> Acesso em: jun. 2000.

MARGARIDO, Antônio César, *Produção Limpa e Economia de Energia*. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/>> Acesso em: jun. 2000.

MATTOZO, V. *Informação Genérica o que é Ecodesign*. Disponível em: <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/trivia/ecodesign.php>> Acesso em: 05 jul. 2002.

MEDEIROS, Estevão Neiva de. *Análise de aspectos do gerenciamento do design de produtos em processos de modernização tecnológica, sob o enfoque ergonômico*. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

_____. *Metodologia de Projeto de Produto*. Mimeo. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia de Produção. 1991.

MERINO J. C. A.; SANTOS, C. F. M. Qualidade e Gerência da Qualidade na Indústria de Laticínios. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 16.,1999, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora, jul. 1999.

_____. _____. *Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”*, Juiz de Fora, v.54(309), p. 50-57, jul./ago. 1999.

MIGUEL, P. A. C. Uso do QFD no Brasil. In: SEMINÁRIO EM QUALIDADE. FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO, 5., 2002, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: UMP, 18 jun. 2002.

MOLES, Abrahan A. *Teoria de los objetos*. Colección Comunicacion Visual. 2. ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1975. 191 p.

NOGUEIRA, Oracy. *Pesquisa social: introdução às suas técnicas*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1964. 209 p.

ORSSATTO, M. T. C.; BAASCH, S. S. N. Competitividade medida pelo Lucro Versus Políticas Ambientais. Disponível em: <<http://www.produto.ufrj.br/abepro/enegep96/1/a1015.htm>> Acesso em: 23 ago. 1999.

PAGE, A. L. Assessing new product development practices and performance: establishing crucial norms. *Journal of Product Innovation Management*. v. 10(4), p.273-290, 1993.

PAIVA, J. L.; SHEREMETIEFF Júnior, A. Desenvolvimento de produtos, o processo de fabricação e o meio ambiente: uma aplicação conjunta da ISO 9000 e da ISO 14000. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: IBGDP, 2000.

PRODUCT ECOLOGY CONSULTANTS. Disponível em: <<http://www.pre.nl/ecodesign>> Acesso em: 10 jul. 2002.

RAGATZ, G. L.; HANDFIEL, R. B.; SCANNEL, T. V. Success factors for integrating suppliers into new product development. *Journal of Product Innovation Management*. v.14(3), p. 190-202, 1997.

REGO, Raul A. O método QFD: Obtenção e uso da informação de marketing. *Revista Engenharia de Alimentos*, n. 11, mar. 1997.

REIS, M. J. L. *ISO 14000: Gerenciamento Ambiental: um novo desafio para a sua competitividade*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1995.

ROCHA, A. A. *Cooperativas consideram fusões inevitáveis*. Jornal Estado de São Paulo. 25/09/1997. Disponível em: <<http://www.estado.com.br/jornal/97/09/25/news091.html>> Acesso em: 30 maio 2000.

ROMANO, L. N.; ROMANO, F. V. *Design de Embalagens: uma nova classificação*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1., 1999, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: IBGDP, 1999.

ROMEIRO Filho, E. *CAD na Indústria: Implantação e Gerenciamento*. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 1997. 176 p.

SANTOS, Cláudia Fátima M. *Inovação tecnológica na indústria brasileira de laticínios: estudo de caso do setor de leite longa vida*. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

_____. Longa Vida: mudando a face do mercado de leite. *Indústria de Laticínios*, São Paulo, v. 2, n. 10, p. 73-78, jul./ago. 1997.

_____. Novas Tecnologias e o Selo Verde. *Leite & Derivados*, São Paulo, v. 7, n. 44, p. 30-43, jan./fev. 1999.

SHÜTZER, K. e Souza, N. L. Implantação do “digital mockup” na indústria automobilística: conquistando vantagens competitivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1., 1999, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: IBGDP, 1999.

SNOW, M.P. et al. A case study in participatory design. *Ergonomics in Design*, p. 18-24, Apr.1996.

TEIXEIRA, R. C. F.; TEIXEIRA I. S. *Abordagem Sistêmica da Gestão Empresarial no Processo competitivo*. Disponível em: <<http://www.produto.ufrj.br/abepro/enegep96/1/a1003.htm>> Acesso em: 23 ago. 1999.

TETRAPAK – Produtos e Serviços. Disponível em: <<http://www.tetrapak.com.br>>
Acesso em: 30 maio 2000.

VAN HEMEL C. G. *Ecodesign empirically explored; design for environment in dutch small and médium-sized enterprises*. Delft: Technical University, Thesis. 1998.

VIEIRA, Priscila. Embalagem: a arte de agradar clientes. *Leite & Derivados*, São Paulo, v. 7, n. 44, p. 29, jan./fev. 1999.

WALLACE, Scott. Accelerating Engineering Design. *Byte*, v. 19, n. 7, p. 62-76, jul. 1994.

YIN, Robert. *The case study crisis: some answers*. *Administrative Science Quartely*. v.26, Mar. 1981, p. 58-65.

ANEXO 1

MODELO DE QUESTIONÁRIO.

Fonte - COSTA (a ser publicada)