

**Juan Carlos Claros Garcia**

**ECODESIGN:  
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE MÓVEIS  
DE ESCRITÓRIO**

**Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2007**

**Juan Carlos Claros Garcia**

**ECODESIGN:  
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE MÓVEIS  
DE ESCRITÓRIO**

**Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da  
Escola de Engenharia da Universidade Federal de  
Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção  
do título de Mestre em Engenharia de Produção**

**Área de concentração: Dinâmica dos Sistemas de  
Produção**

**Linha de pesquisa: Gestão pela Qualidade e  
Desenvolvimento do Produto**

**Orientador: Prof. Eduardo Romeiro Filho**

**Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2007**

À Alessandra, minha esposa, cujo amor e afeto incondicionais foram essenciais para a conclusão deste trabalho. Aos meus pais, Lita e Eliseo, que, apesar da distância, sempre estiveram presentes durante a elaboração desta dissertação.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, pelo afeto e apoio constantes durante a realização do mestrado.

À CAPES, pelo apoio financeiro outorgado.

À UFMG, e seus funcionários, pela concessão da oportunidade de realizar o Mestrado em Engenharia de Produção e pela disposição das suas instalações e infra-estrutura durante o curso.

Ao Prof. Eduardo Romeiro Filho, que sempre se dispôs a colaborar, orientar e esclarecer dúvidas desde nosso primeiro contato à distância.

À Prof. Marta Afonso Freitas, pela confiança, apoio e orientações iniciais.

À Arq. Gláucia Branco, pela sua disposição, compreensão, tempo e apoio concedidos durante a elaboração do estudo de caso.

Aos funcionários da OFFICEBRASIL, que se dispuseram a responder perguntas e questionários, e pelo tempo concedido.

Acima de tudo agradeço a Deus, que me concedeu a fé e me deu as forças necessárias para continuar na caminhada.

A ardente expectativa da criação aguarda a revelação dos filhos de Deus. Pois a criação está sujeita à vaidade, não voluntariamente, mas por causa daquele que a sujeitou, na esperança de que a própria criação será redimida do cativeiro da corrupção, para a liberdade da glória dos filhos de Deus. Porque sabemos que toda a criação, a um só tempo, geme e suporta angústias até agora.

ROMANOS 8.19-22.

## RESUMO

Pesquisa que reúne conceitos e ferramentas de ecodesign tais como parâmetros ambientais do produto, avaliação do impacto ambiental, listas de checagem, técnicas de design para X, estratégias de ecodesign e outros, tendo em vista a elaboração de um método de ecodesign aplicável ao projeto de móveis para escritório. Assim mesmo, são discutidas características ambientais da relação entre os requerimentos de mobiliário nos escritórios e o design de móveis, objetivando a procura por oportunidades de intervenção do ecodesign. Realizou-se um estudo de caso em uma empresa fabricante de móveis de escritório de porte médio, onde foram analisados seus processos produtivos, características, práticas de projeto, produtos representativos, relações com clientes e fornecedores e outros, na procura de subsídios para a elaboração do método de ecodesign. Paralelamente à elaboração do método, foi realizada a avaliação do impacto ambiental de um sistema de estações de trabalho fabricado pela empresa pesquisada, assim mesmo, parâmetros de ecodesign presentes na literatura foram confrontados com o produto analisado. Foram pesquisadas também estratégias de ecodesign específicas para móveis, entre as quais foram encontradas algumas estratégias para móveis de escritório. Para a elaboração do método, essas estratégias foram classificadas de acordo com os parâmetros de ecodesign. Os resultados indicam que a implementação de ecodesign em empresas fabricantes de móveis de escritório de porte médio é mais viável a partir da introdução de técnicas de melhoramento e re-design dos produtos, aspectos que recaem dentro das possibilidades de intervenção por parte do designer. Por outro lado, foi observado que avanços na tecnologia da informação e mudanças na organização do trabalho nos escritórios influenciam o design do mobiliário, favorecendo o desempenho ambiental dos móveis de escritório através da redução da utilização de materiais na sua produção. Assim mesmo, este tipo de avanços resulta na aplicação de práticas de design para móveis de escritório análogas a técnicas usadas no ecodesign, tais como o design para desmontagem e o design para modularidade, o qual também influi positivamente na performance ambiental do mobiliário produzido. O método de ecodesign apresentado consta de cinco passos: Identificar áreas ambientais críticas do produto; Fixar objetivos de ecodesign; Gerar informação de ecodesign; Gerar idéias de ecodesign; e Aplicar as idéias de ecodesign.

**Palavras-chave:** Ecodesign, Meio ambiente, Indústria Moveleira, Móveis de escritório, Sistemas de estações de trabalho.

## ABSTRACT

Research that gathers Ecodesign tools and concepts such as product environmental parameters, environmental impact assessment, checklists, design for X techniques, and Ecodesign strategies, bearing in mind the elaboration of an Ecodesign method applicable to office furniture. In the same manner, environmental characteristics of the relationship between furniture requirements in the offices and furniture design are discussed, searching for Ecodesign intervention opportunities. A case study research in a medium-sized office furniture manufacturer was realized, where its productive processes, characteristic features, design practices, representative products, relationships with its suppliers and purchasers, among other aspects, were observed, searching for instruments for the elaboration of the Ecodesign method. Parallel to the elaboration of the method, the environmental assessment of a workstation system produced by the researched manufacturer was realized, and environmental parameters in current literature were confronted with it. Specific Ecodesign strategies for furniture were also investigated, where some specific office furniture strategies were found. For the method elaboration, those strategies were classified accordingly with the Ecodesign parameters. The findings indicate that Ecodesign implementation in medium-sized office furniture manufacturers is more applicable as of the introduction of product improvement and re-design techniques, aspects that get along with the designer's intervention possibilities. On the other hand, it was observed that advances in information technology and changes in office work influence the design of furniture, favoring the environmental office furniture performance through the reduction of materials utilization along its production. In the same manner, this type of advances results on office furniture practices that are analogous with techniques used in Ecodesign, such as design for disassembly and design for modularity, which also influences positively on the environmental performance of produced furniture. The suggested Ecodesign method consists of five steps: Identify product's critical environmental areas; Set Ecodesign objectives; Generate Ecodesign information; Generate Ecodesign ideas; and Apply the Ecodesign ideas.

**Keywords:** Ecodesign, Environment, Furniture Industry, Office furniture, Workstation systems.

## RESUMEN

Estudio que reúne herramientas y conceptos de ecodiseño tales como parámetros ambientales del producto, evaluación de impacto ambiental, listas de chequeo, técnicas de diseño para X, estrategias de ecodiseño y otros, teniendo en vista la elaboración de un método de ecodiseño aplicable al proyecto de muebles para oficina. Así mismo, son discutidas características ambientales de la relación entre los requerimientos de mobiliario en las oficinas y el diseño de muebles, objetivando la procura por oportunidades de intervención del ecodiseño. Se realizó un estudio de caso en una empresa fabricante de muebles para oficina de porte medio, donde fueron analizados sus procesos productivos, características, prácticas de proyecto, productos representativos, relaciones con clientes y abastecedores y otros, en procura de subsidios para la elaboración del método de ecodiseño. Paralelamente a la elaboración del método, fue realizada la evaluación de impacto ambiental de un sistema de estaciones de trabajo fabricado por la empresa investigada, así mismo, parámetros de ecodiseño presentes en la literatura fueron confrontados con el producto analizado. Fueron investigadas también estrategias de ecodiseño específicas para muebles, entre las cuales fueron encontradas algunas estrategias para muebles de oficina. Para la elaboración del método, esas estrategias fueron clasificadas de acuerdo con los parámetros de ecodiseño. Por otro lado, fue observado que avances en la tecnología de la información y mudanzas en la organización del trabajo en las oficinas influyen el diseño de mobiliario, favoreciendo el desempeño ambiental de los muebles de oficina a través de la reducción de la utilización de materiales en su producción. Así mismo, este tipo de avances resulta en la aplicación de prácticas de diseño para muebles de oficina análogas a técnicas usadas en el ecodiseño, tales como el diseño para desmontaje y el diseño para modularidad, lo cual también influye positivamente en el desempeño ambiental del mobiliario producido. El método de ecodiseño presentado consta de cinco pasos: Identificar áreas ambientales críticas del producto; Fijar objetivos de ecodiseño; Generar información de ecodiseño; Generar ideas de ecodiseño; y Aplicar las ideas de ecodiseño.

**Palabras clave:** Ecodiseño, Medio ambiente, Industria de muebles, Muebles para oficina, Sistemas de estaciones de trabajo.



## SUMÁRIO

I INTRODUÇÃO GERAL .....	18
1.1 Contextualização do problema de dissertação .....	20
1.2 Hipótese .....	22
1.3 Objetivos .....	22
1.3.1 Objetivo geral.....	22
1.3.2 Objetivos específicos .....	22
1.4 Justificativa .....	22
1.5 Descrição dos capítulos .....	24
II NOÇÕES SOBRE ECODESIGN .....	26
2.1 Generalidades e conceitos.....	26
2.2 Ecodesign e design para sustentabilidade.....	27
2.3 O ecodesign e o Desenvolvimento Sustentável .....	28
2.4 O ecodesign e as ferramentas de gestão ambiental .....	33
2.5 Ferramentas de avaliação do impacto ambiental.....	35
2.5.1 Avaliação do Ciclo de Vida .....	35
2.5.2 Avaliação Simplificada do Ciclo de Vida.....	39
2.5.3 Outras Ferramentas de Avaliação Ambiental .....	40
2.6 Estratégias de ecodesign .....	43
2.7 O ecodesign e o DFX.....	45
2.7.1 Ferramentas de DFX.....	47
2.7.2 Caracterização da contribuição do DFX no ecodesign.....	55
2.8 Metodologias de ecodesign.....	56
III A INDÚSTRIA DE MÓVEIS DE ESCRITÓRIO E O ECODESIGN .....	61
3.1 A Indústria de Móveis .....	61
3.1.1 Cadeia produtiva moveleira .....	64
3.2 A Indústria de Móveis de Escritório.....	63
3.2.1 Produto, processo e comercialização.....	65

3.2.2 Design .....	66
3.3 Caracterização dos problemas ambientais associados com o ciclo de vida dos móveis.....	67
3.3.1 Aquisição dos materiais .....	67
3.3.2 Produção dos móveis .....	71
3.3.3 Transporte .....	73
3.3.4 Uso.....	73
3.3.5 Descarte.....	74
3.4 Estratégias de ecodesign aplicáveis ao projeto de móveis de escritório.....	75
IV METODOLOGIA DE PESQUISA .....	82
4.1 Estratégia de pesquisa.....	82
4.2 Base teórica .....	83
4.3 Implementação do estudo de caso .....	84
4.3.1 Seleção dos participantes da pesquisa e procedimentos metodológicos.....	84
4.3.2 As entrevistas .....	85
4.3.3 As observações .....	86
4.3.4 Outras fontes de evidências.....	86
V ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE MÓVEIS DE ESCRITÓRIO .....	88
5.1 Descrição da empresa estudada.....	88
5.2 Gestão de Desenvolvimento de Produtos .....	90
5.2.1 Gestão de projetos .....	90
5.2.2 Processos de Manufatura .....	96
5.3 Gestão ambiental realizada na empresa.....	99
5.4 Práticas de gestão favoráveis ao desempenho ambiental do produto.....	100
5.5 Avaliação do impacto ambiental: o caso de um sistema de estações de trabalho...	103
5.5.1 Estabelecimento do propósito do cálculo do Eco-indicador.....	106
5.5.2 Definição do ciclo de vida .....	107
5.5.3 Quantificação dos materiais e processos.....	109
5.5.4 Preenchimento do formulário.....	111
5.5.5 Interpretação dos resultados.....	111

VI ANÁLISE E DISCUSSÃO .....	116
6.1 Implicações ambientais das atividades de design do mobiliário de escritório.....	116
6.2 Oportunidades de aplicação do ecodesign .....	121
6.3 Método de ecodesign para móveis de escritório .....	122
6.3.1 Identificar áreas ambientais críticas do produto.....	124
6.3.2 Fixar objetivos de ecodesign .....	124
6.3.3 Gerar informação de ecodesign.....	126
6.3.4 Gerar idéias de ecodesign .....	127
6.3.5 Aplicar as idéias de ecodesign .....	127
VII CONCLUSÕES .....	129
7.1 Conclusões do estudo .....	129
7.2 Recomendações para trabalhos futuros .....	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	132
ANEXOS .....	141

## LISTA DE FIGURAS

1 - Soluções sustentáveis e não-sustentáveis .....	31
2 - Quatro tipos de ecodesign.....	32
3 - Elementos da série ISO 14000: Gestão Ambiental .....	34
4 - Etapas de projeto e desenvolvimento do produto segundo a ISO 14062 .....	36
5 - Etapas da Avaliação do Ciclo de Vida .....	39
6 - Matriz para Avaliação Simplificada do Ciclo de Vida.....	40
7 - Ferramenta de avaliação ambiental da fabricante de móveis Herman Miller.....	42
8 - Roda estratégica do ecodesign .....	46
9 - Contribuição do DFX no ecodesign .....	56
10 - Metodologia de ecodesign .....	60
11 - Cadeia produtiva moveleira .....	64
12 - Produtos produzidos pela empresa pesquisada .....	89
13 - Fluxograma de atividades de projeto e produção realizadas na empresa pesquisada .....	92
14 - Processamento de chapas de madeira.....	96
15 - Processos no setor de Metalurgia.....	98
16 - Sistemas de estações de trabalho <i>flexíveis</i> .....	104
17 - Comparação entre os modelos de estações de trabalho convencionais e os <i>flexíveis</i> .....	104
18 - Sistema de estações de trabalho .....	107
19 - ‘Ilha’ com 4 estações de trabalho.....	108
20 - Fluxograma do ciclo de vida da ilha de estações de trabalho analisada.....	109
21 - Últimas tendências no conceito de escritório .....	119
22 - Ilha de estações de trabalho de referência para a fixação de objetivos de ecodesign .....	126

## LISTA DE QUADROS

1 - Estratégias genéricas e princípios de ecodesign .....	44
2 - Estratégias genéricas e específicas de ecodesign .....	45
3 - Estratégias de ecodesign para móveis .....	76
4 - Estratégias de ecodesign para móveis de escritório .....	80
5 - Estratégias para mitigar os resíduos provenientes do descarte de móveis .....	81
6 - Materiais e pesos da ilha de estações de trabalho analisada .....	110
7 - Formulário para avaliação do impacto ambiental da ilha de estações de trabalho analisada.....	112
8 - Parâmetros ambientais para o design de móveis de escritório.....	114
9 - Lista de checagem para a etapa de manufatura.....	115
10 - Fixação de objetivos de ecodesign através da comparação entre produtos fabricados pela mesma empresa.....	125
11 - Informação de ecodesign .....	128

## **LISTA DE TABELAS**

- 1 - Distribuição das empresas, do pessoal ocupado e do valor bruto da produção..... 63
- 2 - Indicadores ambientais de alguns tipos de plásticos ..... 71

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMÓVEL	- Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	- acilonitrila butadieno estírol
ACV	- Avaliação do Ciclo de Vida
ASMARE	- Associação de Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável
BCSD	- Business Council for Sustainable Development – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável
BFM	- British Furniture Manufacturers – Associação Britânica de Fabricantes de Móveis
CAD	- Computer Aided Design – Design Auxiliado por Computador
CFC	- Clorofluorocabono
CMMAD	- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNC	- Controle Numérico Computarizado
DFA	- Design for Assembly – Design para Montagem
DFD	- Design for Disassembly – Design para Desmontagem
DFE	- Design for Environment – Design para o Meio Ambiente
DFM	- Design for Manufacturing – Design para Manufatura
DFMA	- Design for Manufacturing and Assembly – Design para Manufatura e Montagem
DFR	- Design for Recycling – Design para Reciclagem
DFX	- Design for X – Design para X
FSC	- Forest Stewardship Council – Conselho de Manejo Florestal
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	- Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IPT	- Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	- International Organization for Standardization – Organização Internacional para Padronização

IUCN	- International Union for the Conservation of Nature – União Internacional para a Conservação da Natureza
LCD	- Liquid Crystal Display – Tela de Cristal Líquido
MDF	- Medium Density Fiberboard – Painel de Densidade Média
OEM	- Original Equipment Manufacturer – Manufaturador de Equipamento Original
PC	- Personal Computer – Computador Pessoal
PEAD	- polietileno de alta densidade
PEBD	- polietileno de baixa densidade
PET	- politereftlato de etileno
PP	- polipropileno
PS	- poliestireno
PVC	- policloreto de baixa densidade
SETAC	- Society of Environmental Toxicology and Chemistry – Sociedade de Toxicologia e Química Ambiental
SGA	- Sistema de Gestão Ambiental
SGAOP	- Sistema de Gestão Ambiental Orientado ao Produto
UEA	- Union Europeenne de L'Ameublement – Federação Europeia de Fabricantes de Móveis
UNCED	- United Nations Conference on Environment and Development – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
UNCSD	- United Nations Commission on Sustainable Development – Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável
UNEP	- United Nations Environment Programme – Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas.
USEPA	- United States Environmental Protection Agency – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
VOC	- Volatile Organic Compound – Componente Orgânico Volátil



- WBCSD - World Business Council for Sustainable Development –  
Conselho Mundial Empresarial para o Desenvolvimento  
Sustentável
- WWF - World Wide Fund for Nature International – Fundo Mundial  
Internacional para a Natureza

## I INTRODUÇÃO GERAL

O tema ambiental é um assunto cujo debate tem adquirido bastante força nos dias atuais e, de fato, essa corrente tende a crescer mais e mais à medida que os sinais da degradação do meio ambiente vão se incrementando de forma potencial. A preocupação em diferentes entidades que formam a sociedade é crescente, assim mesmo, a sugestão e a adoção de medidas para lidar com o assunto ambiental são cada vez mais freqüentes. No campo da Indústria, as soluções apontadas têm seguido uma evolução: desde as medidas reativas adotadas na saída dos processos (medidas *fim de tubo*), passando por medidas corretivas focadas nos mesmos, chegando à atual tendência de considerar os aspectos ambientais logo no início do desenvolvimento do produto. Estudos mostram que o design e a fase de desenvolvimento influenciam mais de 80% dos impactos ambientais ocasionados pelo produto (TISCHNER & CHARTER, 2001), assim, os esforços colocados durante o projeto são essenciais para definir a carga imposta ao meio ambiente durante o ciclo de vida. Cada decisão tomada durante a concepção de novos produtos, sejam estas focadas ao meio ambiente ou não, ocasionará um correspondente impacto ambiental; por exemplo, um projeto cujo problema consista na redução dos custos eventualmente poderá ocasionar uma diminuição no impacto ambiental do produto. Assim mesmo, a adaptação do produto a novas tecnologias poderá também implicar positivamente nos impactos ambientais. O mesmo pode-se dizer das mudanças em determinados setores da economia; por exemplo, o setor de serviços, ao igual que outros setores, precisa se adaptar a novas tecnologias e reduzir seus custos de operação o qual, à sua vez, origina mudanças no setor industrial e comercial – aspecto que também pode influir positivamente no meio ambiente. Esse parece ser o caso do design na indústria de móveis de escritório, onde se pode perceber uma aparente diminuição dos impactos ambientais via redução do *input* de materiais por unidade de mobiliário produzido, o qual ocorre a partir de aspectos tais como a necessidade de redução de custos de operação nos escritórios e a adaptação do mobiliário a novas tecnologias tais como os novos recursos informáticos e a tecnologia *sem fio*. Além disso, é possível observar outras tendências na indústria moveleira que podem implicar favoravelmente

no desempenho ambiental dos produtos fabricados pelo setor de móveis de escritório, por exemplo: novos materiais, novos processos e novas práticas organizacionais.

Ao lado dessas mudanças que ocorrem em torno da produção e uso do mobiliário de escritório, e que se mostram favoráveis ao meio ambiente, existem outros aspectos no ciclo de vida que, segundo Besch (2005), são geradores dos impactos ambientais mais significantes; esses aspectos estão relacionados com a produção das matérias-primas e o descarte do mobiliário em desuso. O problema do descarte está associado principalmente à geração acentuada de desperdício ocasionada pela diminuição do tempo de uso do mobiliário de escritório, já que muitas companhias não utilizam os móveis até o final da sua vida útil, senão que os substituem por razões estéticas. Isso resulta, entre outras implicações, no aumento do volume encaminhado a aterros, destino principal do mobiliário descartado (UEA, s.d).

Outros problemas ambientais associados com o mobiliário de escritório durante seu ciclo de vida são:

- Exploração não sustentável de madeiras de lei e/ou de reflorestamento
- Emprego exclusivo de fibras de madeira virgem para a produção de chapas
- Produção de metais e plásticos a partir de matéria-prima virgem
- Pré-tratamento das peças de metal antes dos processos de pintura
- Manejo não adequado dos resíduos industriais

A apresentação de soluções para atender os problemas ambientais relacionados com o ciclo de vida do mobiliário de escritório dependerá, em boa medida, dos setores específicos envolvidos na cadeia produtiva moveleira e dos administradores do produto fora da empresa fabricante de móveis. No entanto, a indústria de móveis de escritório, na sua condição de integradora de partes produzidas pelos seus fornecedores<sup>1</sup>, se constitui em agente importante para o melhoramento do desempenho ambiental dos

---

<sup>1</sup> Pode-se dizer que a indústria de móveis de escritório é o que alguns autores chamam de *Manufaturador de Equipamento Original* (Original Equipment Manufacturer – OEM), já que integra partes produzidas por terceiros.

móveis produzidos. O foco deste trabalho recai precisamente nas implicações ambientais das decisões tomadas durante o design de móveis e na sugestão de medidas em favor do bom desempenho ambiental do mobiliário produzido.

### **1.1 Contextualização do problema de dissertação**

A atividade de design é muito importante para a inserção de medidas em favor da performance ambiental dos produtos; retomando as afirmações de Tischner & Charter (*op cit.*), de que a maior parte dos impactos ambientais (mais de 80%) ocasionados pelo produto durante seu ciclo de vida são influenciados pelo design e a fase de desenvolvimento, percebe-se o potencial destes agentes para nortear e promover a introdução de aspectos ambientais no ciclo de vida do produto. No entanto, embora o ecodesign forme já parte do cenário projetual, a consideração de aspectos ambientais durante as fases iniciais do desenvolvimento dos produtos é ainda incipiente. Existem várias razões que impedem a efetiva aplicação de técnicas de ecodesign, entre elas cabe ressaltar (TUKKER *et al.*, 2001; LOFTHOUSE, 2006):

- As ferramentas convencionais de ecodesign não reconhecem que: o ecodesign não é um aspecto prioritário senão uma dentre várias coisas com que os designers têm que lidar
- Diferenças culturais e de abordagem entre as instituições acadêmicas e industriais: as primeiras geralmente usam pontos de vista demasiado holísticos e socialmente focados no desenvolvimento de métodos, enquanto que a indústria requer foco em aspectos operacionais e estrito estabelecimento de prioridades
- Barreiras de linguagem (muitos manuais de ecodesign estão escritos em inglês, alemão ou dinamarquês/sueco), barreiras culturais e a necessidade de desenvolvimento de abordagens dentro do contexto regional
- Os métodos nem sempre estão suficientemente desenvolvidos para grupos focais como as pequenas e médias empresas
- Falta de simplicidade e praticidade: muitos métodos não condizem com o dia a dia do designer, onde decisões rápidas têm de ser tomadas e onde não há tempo

de espera (por exemplo, requerem-se semanas para saber o resultado de uma avaliação do ciclo de vida)

Por outro lado, também é importante ressaltar a predominância das empresas de porte médio (entre 20 a 500 empregados) enquanto ao valor bruto da produção de móveis no Brasil: embora representem 12 % do total de estabelecimentos, elas fabricam em torno de 75% do total de móveis produzidos no país (IBGE<sup>2</sup> *apud.* GORINI, 2000). Seguindo a risca o princípio de *quem produz mais polui mais*, podemos imaginar a proporção dos impactos ambientais ocasionados pelas empresas moveleiras de porte médio na região. Uma boa parte do segmento de móveis de escritório recai precisamente nesse grupo, já que o setor é exclusivo das médias e grandes empresas.

Esses aspectos tornam importante a introdução de medidas que promovam a inclusão de aspectos ambientais desde as etapas iniciais do desenvolvimento dos móveis – já que essas fases determinam a maior parte dos impactos – e especialmente nas médias empresas as quais, aparentemente, são causadoras da maior parte dos problemas ambientais associados com a produção de móveis no Brasil.

Levando em conta essas considerações, ao lado das características específicas do setor de móveis de escritório, o problema a ser tratado na dissertação recai nas seguintes questões:

- De que forma as características da indústria e do design regional de móveis de escritório na média empresa podem ser reunidos para a implementação do ecodesign?
- Qual é a relação ambiental entre as mudanças nos requerimentos e especificações de mobiliário nos escritórios, e o design de móveis?

A abordagem dessas questões será realizada, além da pesquisa bibliográfica, através de um estudo de caso numa empresa fabricante de móveis de escritório, a qual pertence ao grupo de empresas de porte médio.

---

<sup>2</sup> IBGE. Censo Industrial. 1985.

## **1.2 Hipótese**

Tendo em vista que existem elementos que indicam um resultado favorável ao meio ambiente decorrente das mudanças no requerimento e especificações de mobiliário nos escritórios, se tomará como ponto de partida a hipótese de que essa situação oferece oportunidades de intervenção do ecodesign no projeto de móveis para escritório.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

O objeto principal da dissertação é desenvolver um método de ecodesign para móveis de escritório a partir da análise das características e produtos representativos fabricados por uma empresa média do ramo.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a situação da empresa enquanto a práticas de gestão ambiental
- Identificar na literatura ferramentas de ecodesign, e de gestão do ecodesign, compatíveis com a situação da indústria de móveis de escritório
- Analisar, desde um ponto de vista ambiental, as implicações da dinâmica dos escritórios (mudanças na organização do trabalho e no requerimento e especificações de mobiliário) no design de móveis de escritório
- Identificar oportunidades de aplicação do ecodesign na fabricação de móveis de escritório

## **1.4 Justificativa**

Vários acontecimentos contemporâneos indicam que os problemas de ordem ambiental

tendem a aumentar no futuro próximo<sup>3</sup>. Mais cedo ou mais tarde as empresas terão que incluir o assunto ambiental nos seus *portfolios* de negócios para garantir seu espaço no mercado. As últimas tendências demonstram que o processo de inclusão da variável ambiental na gestão empresarial já começou de fato, especialmente nas grandes empresas, porém, de forma geral pode-se dizer que as iniciativas de ordem ambiental são ainda tímidas. No caso específico do ecodesign, a aplicação desta técnica é por enquanto uma realidade só em um número reduzido de empresas nos países industrializados<sup>4</sup>, inclusive naqueles onde o desenvolvimento do método, educação e disseminação são razoavelmente maduros (TUKKER *et al.*, *op cit.*). Na maioria dos casos, as atividades se resumem ao uso de listas de checagem *verdes*, boas práticas organizacionais e uso de materiais menos tóxicos e/ou perigosos. É importante realçar que essas práticas são realizadas predominantemente em grandes empresas, pelo qual as ferramentas, metodologias e abordagens de ecodesign estão maiormente focadas nesse setor.

As pequenas e médias empresas precisam de um tratamento particular com respeito à consideração de aspectos ambientais no desenvolvimento dos seus produtos. Esse tipo de empresas possui particularidades a respeito da atividade de design que devem ser tomadas em conta para introduzir características ambientais na atividade projetual. Um estudo realizado por van Hemel (2001) indica que as empresas proativas de pequeno e médio porte são maiormente motivadas por estímulos internos (oportunidades de inovação, meios para incrementar a qualidade do produto e o desejo de procurar novas oportunidades de mercado) do que por estímulos externos (demandas do consumidor, regulamentos governamentais e iniciativas do setor industrial), o qual possivelmente ocorre devido a que os regulamentos ambientais, assim como as organizações de consumidores e agências ambientais, estão maiormente focados nas grandes empresas.

---

<sup>3</sup> Os acontecimentos sucessivos de mudanças climáticas, esquentamento global, redução da camada de ozônio, etc., são fenômenos que marcaram o final do século passado e são motivo de crescente preocupação na sociedade atual.

<sup>4</sup> Na maioria desses países, a bem sucedida aplicação do ecodesign envolve, quando muito, a uma dúzia de empresas *campeãs* (TUKKER *et al.*, *op cit.*).

Tomando em conta os elementos colocados anteriormente, considera-se relevante a introdução de medidas para atender os problemas ambientais a partir do design por três motivos. Primeiro, pela necessidade de abordagens que ajudem a atender o problema ambiental – principalmente através do design, uma vez que este exerce papel essencial – considerando que as iniciativas no campo de ecodesign devem ser implementadas em todos os ramos da indústria, incluindo o setor de móveis de escritório, para garantir a eficácia desta técnica na mitigação dos impactos ambientais. Segundo, no futuro próximo espera-se uma maior pressão sobre as empresas para estas incluam práticas ambientais evidentes, pelo qual é necessária a adoção de medidas proativas. Terceiro, o setor de pequenas e médias empresas precisa de abordagens específicas que devem ser implementadas a partir das particularidades desse segmento; no caso da fabricação de móveis, as médias empresas – setor que reúne a maior parte dos fabricantes de móveis de escritório – produzem a maioria dos móveis fabricados no Brasil, pelo qual a aplicação de medidas tais como o ecodesign nesse segmento é muito importante.

### **1.5 Descrição dos capítulos**

Além da parte introdutória, serão expostos outros seis capítulos cujos tópicos principais são descritos a continuação.

No Capítulo II é apresentada a primeira parte da revisão de literatura, onde se colocam conceitos, ferramentas básicas e abordagens metodológicas de ecodesign. Os tópicos tratados foram selecionados tendo em vista sua relação com o problema e objetivos abordados na dissertação.

A segunda parte da revisão de literatura é apresentada no Capítulo III, onde são tratadas informações gerais da Indústria Moveleira no Brasil, aspectos ambientais na produção de móveis e estratégias de ecodesign aplicáveis a este segmento. Procurou-se colocar informações relacionadas com a Indústria de Móveis de Escritório.



No Capítulo IV se descrevem aspectos metodológicos considerados durante a elaboração da pesquisa. Assim mesmo, descrevem-se procedimentos adotados durante o estudo de caso e se justifica a adoção deste tipo de estratégia.

O Capítulo V apresenta o estudo de caso realizado junto à empresa pesquisada. São descritas características da sua gestão de projetos, seus processos e seus produtos. Apresenta-se a avaliação do impacto ambiental de um dos produtos fabricados pela empresa e informações relevantes para a elaboração do método de ecodesign, objeto principal da dissertação, e para a tentativa de caracterizar as relações ambientais entre a demanda de móveis de escritório e a produção dos mesmos.

No Capítulo VI se discutem relações ambientais entre a demanda de móveis de escritório e sua produção, com ênfase no design, à luz dos dados recolhidos no estudo de caso e a pesquisa bibliográfica. Nesse capítulo também se apresenta o método de ecodesign para móveis de escritório, baseado nos dados recolhidos na empresa pesquisada e na literatura.

Finalmente, no Capítulo VII se apresentam as conclusões do estudo, retomando os objetivos perseguidos e a hipótese colocada.

## II NOÇÕES SOBRE ECODESIGN

### 2.1 Generalidades e conceitos

Existem atualmente várias denominações e definições atribuídas ao ecodesign, as quais podem causar confusão enquanto ao verdadeiro significado desta disciplina. Por isso, achamos conveniente esclarecer o que se entende por ecodesign e fazer distinção entre algumas terminologias freqüentemente utilizadas por distintos autores.

Para referirmo-nos ao ecodesign, ao longo desta pesquisa empregar-se-á a definição colocada por Lewis & Gertsakis (2001):

[...] projetar produtos como se o meio ambiente importasse, e minimizando seus impactos ambientais diretos e indiretos a qualquer oportunidade possível. [...] o objetivo fundamental é projetar produtos com o meio ambiente em mente e assumir certa responsabilidade pelas conseqüências ambientais do produto uma vez que estas estão relacionadas a decisões e ações específicas executadas durante o processo de design.

Eventualmente utilizar-se-á a sigla “DFE” (Design for Environment – Design para o Meio Ambiente) para referirmo-nos ao ecodesign como parte da família DFX. Outros termos freqüentemente associados ao ecodesign são:

- Design ambiental
- Design verde
- Design ecológico
- Design ambientalmente consciente
- Lifecycle design

Quando falamos de ecodesign, estamos nos referindo indistintamente a qualquer um desses termos.

Alguns autores (entre eles: FIKSEL<sup>5</sup> *apud* MIZUKI, SANDBORN & PITTS , 1996; GRAEDEL & ALLENBY<sup>6</sup> *apud* AMMENBERG & SUNDIN, 2003) referem-se ao ecodesign como uma prática que inclui, além das considerações ambientais do produto, aspectos ambientais no design dos processos; por exemplo, Graedel & Allenby (*op cit.*) definem ecodesign (DFE) como:

Uma prática pela qual considerações ambientais são integradas nos procedimentos de engenharia do produto e processo. As práticas de Design para o Meio Ambiente (eco-design) são pretendidas para desenvolver produtos e processos ambientalmente compatíveis enquanto se mantém padrões de preço, performance e qualidade do produto.

Como podemos ver, o ecodesign é uma disciplina que pode ir além do produto em si e à medida que passa o tempo, como ocorre com o design convencional, seu escopo vai sendo cada vez mais abrangente. Por conveniência, nesta pesquisa se tomarão em conta métodos e ferramentas de ecodesign concernentes aos produtos; o ecodesign dos processos vai além do escopo da mesma.

É importante esclarecer que o ecodesign, como citado na definição acima, não deve ser uma atividade isolada já que aspectos de projeto do produto tais como função, ergonomia, custo e qualidade não devem ser descuidados. Os aspectos ambientais devem ser considerados conjuntamente com os critérios usuais tomados em conta no processo convencional de design, por tanto, o ecodesign *não é um processo completamente novo; é simplesmente uma variação sobre o processo existente* (LEWIS & GERTSAKIS, *op cit.*).

## 2.2 Ecodesign e design para sustentabilidade

O ecodesign toma em conta aspectos ambientais, mas isso não necessariamente significa que as soluções apresentadas contribuirão para o desenvolvimento sustentável. Contudo, existe relação entre ecodesign e design para sustentabilidade. Pode-se dizer que o

---

<sup>5</sup> FIKSEL, J. *Design for environment*. New York: McGraw-Hill, 1996.

<sup>6</sup> GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. *Industrial ecology*. London: Prentice Hall, 1995.

design para sustentabilidade é uma forma de ecodesign. Charter<sup>7</sup> (*apud* TISCHNER & CHARTER, 2001) indica que o design para sustentabilidade, ou design de produtos sustentáveis, integra aspectos econômicos, ambientais e sociais na criação de produtos e serviços. O desenvolvimento e o design de produtos sustentáveis deve minimizar os impactos adversos à sustentabilidade e maximizar o valor sustentável. De modo geral, o design para sustentabilidade deve oferecer produtos/soluções que sejam compatíveis com o desenvolvimento sustentável.

Para compreender o conceito de design para sustentabilidade é preciso entender o papel do ecodesign no desenvolvimento sustentável.

### **2.3 O ecodesign e o Desenvolvimento Sustentável**

O termo “desenvolvimento sustentável” foi introduzido há mais de duas décadas pela IUCN/UNEP/WWF<sup>8</sup> (*apud* SPANGENBERG, 2001) e posteriormente reafirmado e conceitualizado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD (1988). Segundo esta última, o desenvolvimento sustentável é *aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades*.

O conceito de desenvolvimento sustentável implica a imposição de limites ao consumo de recursos para a produção de bens e serviços (LEWIS & GERTSAKIS, *op cit.*), só assim se poderá pensar na possibilidade de não comprometer o desenvolvimento das futuras gerações. As mudanças que terão que acontecer, e de fato já estão começando a acontecer, devem ser produto de uma sinergia entre os campos ecológico, social e econômico. Esses são os três pilares do desenvolvimento sustentável (UNCSD<sup>9</sup> *apud*

---

<sup>7</sup> CHARTER, M. *Design for environmental sustainability, foresight, national resources and environmental panel: cleaner technologies and processes*. In: OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, London. London: Department of Trade and Industry, 1998.

<sup>8</sup> INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE/UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME/WORLD WIDE FUND FOR NATURE INTERNATIONAL. *World conservation strategy*. Nairobi: UNEP, 1980.

<sup>9</sup> UNITED NATIONS CONFERENCE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Indicators of sustainable development: framework, and methodologies*. New York: United Nations, 1996.

SPANGENBERG, *op cit.*), os quais devem ser tomados em conta na tomada de decisões das diversas entidades que compõem a sociedade. Não adianta favorecer isoladamente qualquer um desses campos.

Referindo-nos à esfera ambiental, existem já estudos que oferecem uma visão genérica a respeito de algumas variáveis envolvidas e os percursos que devem ser seguidos ao longo do tempo para atingir a sustentabilidade através do uso racional dos recursos naturais. Nesse cenário, o papel do design assume um papel fundamental. Segundo Weterings & Opschoor<sup>10</sup> (*apud* LEWIS & GERTSAKIS, *op cit.*), se em 50 anos quisermos prover às futuras gerações as mesmas condições atuais enquanto a recursos ambientais se refere para que estas garantam seu desenvolvimento, será necessário reduzir o consumo destes recursos entre 10 e 20 vezes (ou entre 90% e 95%)<sup>11</sup>. Isso quer dizer que em 50 anos deveremos ser capazes de incrementar pelo menos dez vezes (Fator 10) a eficiência no consumo de recursos para a produção de bens e serviços se quisermos garantir a sustentabilidade da futura geração. Esse objetivo não pode ser atingido somente a partir do ecodesign; devem ser incluídos novos elementos tais como o design para sustentabilidade e drásticas mudanças culturais (MANZINI & VEZZOLI, 2005).

O assunto está sendo alvo de diversos debates e dando lugar a diferentes posturas e medidas enquanto a soluções dirigidas à sustentabilidade e racionalização de recursos se

---

<sup>10</sup> WETERINGS, R. A.; OPSCHOOR, B. *The eco-capacity as a challenge to technological development*. Rijswijk: Advisory Council for Research on Nature and Environment, 1992.

<sup>11</sup> O cálculo está baseado na equação do impacto ambiental ( $I$ ) em função da população ( $P$ ), riqueza média per capita ( $W$ ) e metabolismo ( $M$ ):

$$I = P \times W \times M$$

Entenda-se riqueza e metabolismo como a disponibilidade de bens/serviços e a quantidade de recursos naturais por unidade de produto/serviço produzido respectivamente. Se em 50 anos quisermos manter as atuais condições, vale dizer manter o mesmo impacto ambiental, e estimando que nesse lapso de tempo a população mundial se duplicará (passará de  $p$  para  $2p$ ) e a riqueza média per capita incrementará 5 vezes (passará de  $w$  para  $5w$ ), então o metabolismo deverá ser 10 vezes mais eficiente:

$$p \times w \times 10m = 2p \times 5w \times m$$

refere. Surgem novos conceitos tais como *desmaterialização* e *eco-eficiência*. Segundo MANZINI & VEZZOLI (*op cit.*), desmaterialização significa:

[...] uma drástica redução do número (e da *intensidade material*<sup>12</sup>) dos produtos e dos serviços necessários para atingir um bem-estar socialmente aceitável. E, conseqüentemente, uma redução paralela de todo o fluxo que perpassa o sistema produtivo.

O conceito de eco-eficiência foi introduzido pela Business Council for Sustainable Development – BCSD<sup>13</sup> e tem uma conotação econômico-ambiental:

A eco-eficiência atinge-se através da disponibilização de bens e serviços a preços competitivos que, por um lado, satisfaçam as necessidades humanas e contribuam para a qualidade de vida e, por outro, reduzam progressivamente o impacto ecológico e a intensidade de utilização de recursos ao longo do ciclo de vida, até atingirem um nível que, pelo menos, seja compatível com a capacidade de renovação estimada para o planeta Terra (WBCSD, 2000).

Esses argumentos reforçam a asserção de que a sustentabilidade só será atingida a partir da imposição rigorosa de limites ao consumo de recursos para a produção de bens e serviços. No campo do design, as soluções dirigidas em direção à racionalização dos recursos em prol da sustentabilidade devem possuir graus de inovação cada vez mais altos. Manzini & Vezzoli (*op cit.*) indicam que os níveis de inovação<sup>14</sup> (mudança técnica) devem ir acompanhados de mudanças culturais; não adianta favorecer isoladamente alguma dessas variáveis. Dessa forma, quanto maior a mudança técnica, acompanhada da correspondente mudança cultural, tanto mais as soluções apresentadas

---

<sup>12</sup> “Sob a expressão *intensidade material*, referindo-se a um produto ou um serviço, entende-se a quantidade de recursos ambientais necessários para gerar uma unidade de serviço (por exemplo: o deslocamento de uma pessoa por um quilômetro, um quilograma de roupas de algodão lavadas, um metro quadrado de superfície pintado...)” (MANZINI & VEZZOLI, *op cit.*).

<sup>13</sup> A BCSD , é um grupo de empresas, muitas delas líderes mundiais, que surgiu, fruto da 2da. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – UNCED que aconteceu em 1992 no Rio de Janeiro (SEILER-HAUSMANN, 2004). O grupo, agora chamado World Business Council for Sustainable Development – WBCSD, declarou ter um compromisso com o desenvolvimento sustentável, e de fato, segundo expertos em sustentabilidade, é um dos grupos com maior credibilidade em assuntos de desenvolvimento sustentável (GLOBESCAN, 2006).

<sup>14</sup> Inovação do produto pode ser definida em termos de mudanças na combinação produto-mercado-tecnologia. Uma inovação completa do produto é realizada quando o produto, mercado e tecnologia são inteiramente mudados (KRUIJSEN, 1997).

contribuirão para o desenvolvimento sustentável. Pode-se dizer que as melhorias ambientais atingidas pela introdução do ecodesign apresentam atualmente soluções que recaem nos campos do re-design ambiental do existente e projeto de novos produtos ou serviços que substituem os atuais (FIG. 1). Esses tipos de soluções ainda não contribuem para o desenvolvimento sustentável, já que possuem mudanças técnicas e culturais relativamente baixos. O grau de inovação necessário deve ser tal que as soluções propostas sejam intrinsecamente sustentáveis ou sejam novos cenários que correspondam ao estilo de vida sustentável, onde grandes mudanças técnicas e culturais são requeridas.

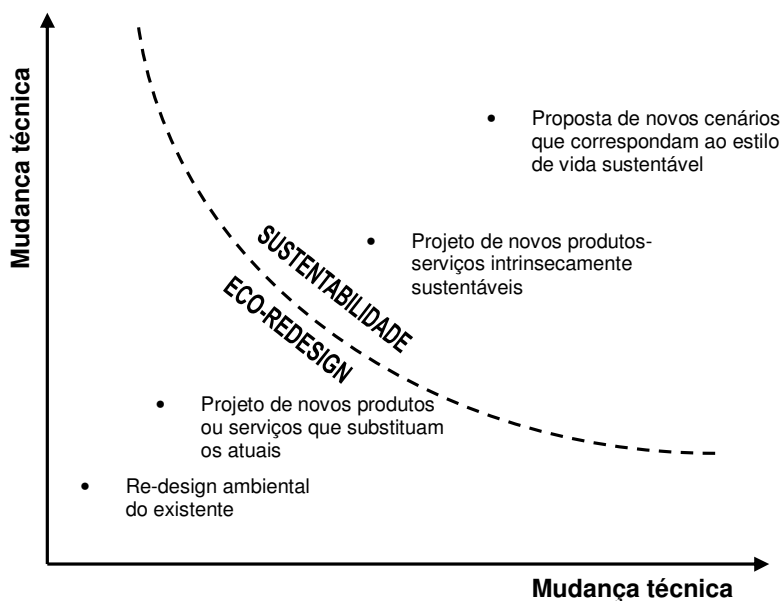


FIGURA 1 – Soluções sustentáveis e não-sustentáveis

FONTE – Adaptado de Manzini & Vezzoli (2005)

Outra abordagem que possui a mesma visão é apresentada pelo Instituto Rathenau<sup>15</sup> (*apud* BREZET & ROCHA, 2001), a qual divide os esforços de introdução do ecodesign em quatro tipos de mudança no produto:

<sup>15</sup> RATHENAU INSTITUTE. *A vision on producer responsibility and ecodesign innovation*. The Hague: Rathenau Institute, 1996.

- Melhoramento do produto
- Re-design do produto
- Inovação funcional
- Inovação sistêmica

Melhoramento do produto significa realizar mudanças parciais em um produto já existente no mercado. O produto em si e suas técnicas de produção são geralmente mantidos. O grau de eco-eficiência atingido com esse tipo de mudança é quando muito de um fator de 2 ou 3, e pode ser efetuado em curto prazo (FIG. 2) dentro do entorno de produção e consumo da sociedade como um todo.

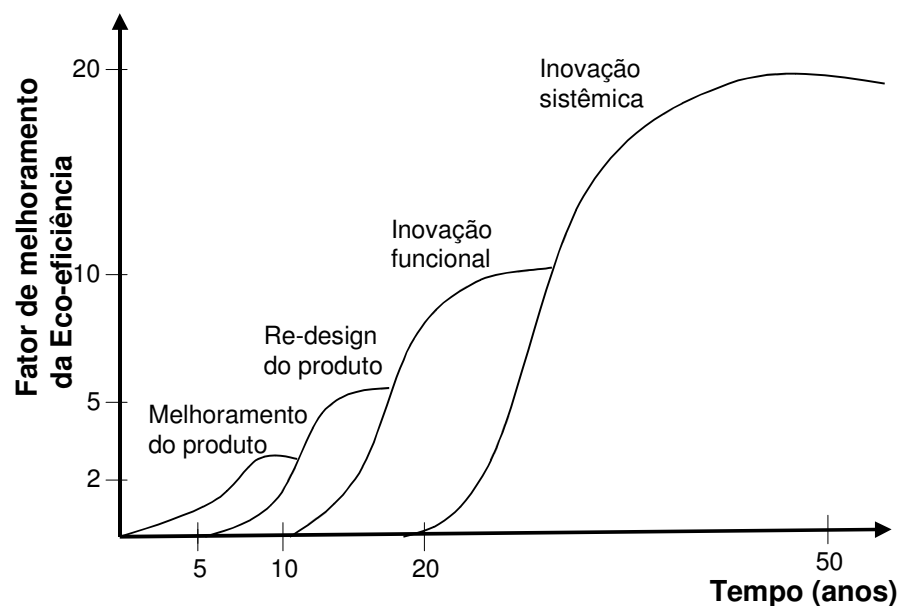


FIGURA 2 – Quatro tipos de ecodesign

FONTE – Adaptado do Instituto Rathenau (*apud* BREZET & ROCHA, 2001)

O re-design do produto implica o completo melhoramento ou troca dos componentes do mesmo, levando em conta aspectos tais como o uso de materiais não tóxicos, desmontagem, reciclagem e reuso de partes entre outros. Esse tipo de mudanças pode gerar uma melhora ambiental de fator 5, o qual poderia ser atingido em médio prazo.



A inovação funcional refere-se à procura por novas formas de efetuar a função do produto; por exemplo, através da mudança do uso de produtos físicos para o uso de serviços desmaterializados. Atualmente existe discussão a respeito das condições nas quais as inovações funcionais podem ser realizadas (TUKKER *et al.*, 2001); geralmente esse tipo de inovação envolve processos que vão além da influência do design de uma ou inclusive de um grupo de empresas, envolvendo a interação entre vários atores sociais. Segundo Brezet & Rocha (*op cit.*), a mudança de produtos físicos para serviços desmaterializados pertencem a esta categoria. Acredita-se que através da inovação funcional, uma eco-eficiência de fator 10 pode ser atingida em longo prazo.

Uma inovação de caráter sistêmica significaria mudar inteiramente o sistema tecnológico, incluindo o produto, a cadeia produtiva, a infra-estrutura associada e a estrutura institucional (BREZET & ROCHA, *op cit.*). Possivelmente uma melhoria de fator 20 na eco-eficiência seria atingida com esse tipo de intervenção, o qual seria alcançado em um período de tempo maior.

Espera-se que as soluções de ecodesign apresentadas através da inovação funcional e inovação sistêmica possibilitem contribuições afins com o desenvolvimento sustentável; o design de produtos sustentáveis apresenta características que oferecem precisamente esses graus de inovação. As empresas que pretendem adotar critérios ambientais no desenvolvimento dos seus produtos podem planejar as atividades de ecodesign a nível operacional, o qual está relacionado com o melhoramento e re-design do produto, e a nível estratégico, o qual tem relação com a inovação funcional e inovação sistêmica.

## **2.4 O ecodesign e as ferramentas de gestão ambiental**

Para orientar a tomada de decisões relacionadas com assuntos ambientais nas empresas, várias ferramentas de gestão têm sido desenvolvidas. Segundo a UNEP (*apud* KUHNDT, 2004), as ferramentas de gestão ambiental podem ser divididas em: ferramentas para avaliação e análise, ferramentas para ação, e ferramentas para comunicação e relação com os públicos. Algumas destas ferramentas têm sido alvo de normalização pelos órgãos competentes. Por exemplo, a Organização Internacional para

Padronização – ISO, ocupa-se atualmente na padronização de seis destas ferramentas, a conhecida série ISO 14000: Sistemas de Gestão Ambiental, Auditoria Ambiental, Avaliação da Performance Ambiental, Avaliação do Ciclo de Vida, Design para o Meio Ambiente, e Rotulagem Ambiental. As três primeiras ferramentas têm foco organizacional (FIG. 3), enquanto que as outras têm foco nos produtos.

Cabe ressaltar que dentre estas ferramentas, somente a ISO 14001 é certificável, enquanto que as outras são relatórios técnicos em processo de habilitação para certificação. No entanto, as diretrizes destas últimas bem podem ser empregadas como modelo a seguir pelas empresas.

Várias das ferramentas de gestão ambiental citadas acima estão relacionadas direta ou indiretamente com atividades envolvidas com ecodesign. Por exemplo, os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), embora estejam focados principalmente em aspectos



FIGURA 3 – Elementos da série ISO 14000: Gestão Ambiental

FONTE – Adaptado de KUHNDT (2004)

organizacionais e nos processos<sup>16</sup>, podem eventualmente incluir elementos relacionados com atividades de ecodesign. Nesse sentido, os Sistemas de Gestão Ambiental Orientado ao Produto (SGAOP) dizem a respeito da aplicação contínua do ciclo Planejamento-Implementação-Controlar-Ação da implementação de aspectos ambientais

<sup>16</sup> A norma de gestão ambiental ISO 14001 inclui também aspectos relacionados com os produtos, mas, na prática o foco recai nos processos (AMMENBERG & SUNDIN, 2003).

no desenvolvimento de produtos, e podem ser aplicados independentemente dos SGAs convencionais (AMMENBERG & SUNDIN, 2003). No entanto, os SGAOPs não devem ser vistos como um novo tipo de sistema de gestão, pois devem ser considerados como uma extensão dos SGAs existentes (van BERKEL, van KAMPEN & KORTMAN, 1999), pelo qual é desejável que as empresas contem com este último para facilitar a implementação do SGAOP. A Avaliação do Ciclo de Vida é usada para mensurar os impactos ambientais dos produtos, o qual pode servir como ponto de partida das atividades de ecodesign. No entanto, apesar de ser a ferramenta de avaliação mais completa, não é a mais comum entre as práticas de ecodesign (LEWIS & GERTSAKIS, *op cit.*). A ISO 14062 diz respeito a processos metodológicos para a aplicação de ecodesign. O modelo de design e desenvolvimento do produto segundo essa norma consta de seis etapas (MUELLER *et al.*, 2004): planejamento, design conceitual, design detalhado, testes/protótipo, lançamento no mercado e revisão do produto (FIG. 4).

## **2.5 Ferramentas de avaliação do impacto ambiental**

A atividade de ecodesign deve ser realizada tendo-se conhecimento daqueles aspectos do produto que ocasionam impactos ambientais. Para tal efeito é necessário avaliar o produto tomando em conta as implicações ambientais associadas. Nesse sentido, existe uma variedade de ferramentas de avaliação do impacto ambiental que podem ser usadas em diferentes situações; cada uma delas apresenta diferente grau de complexidade, acessibilidade e confiabilidade. A seguir são colocadas algumas ferramentas de avaliação frequentemente utilizadas na atividade de ecodesign.

### **2.5.1 Avaliação do Ciclo de Vida**

A avaliação do ciclo de vida (ACV), é uma ferramenta quantitativa de avaliação ambiental, consiste basicamente em definir, medir e avaliar as implicações ambientais de todas as entradas (materiais e energia) e saídas (emissões no ar, solo e água) associadas ao ciclo de vida do produto. A Society of Environmental Toxicology and

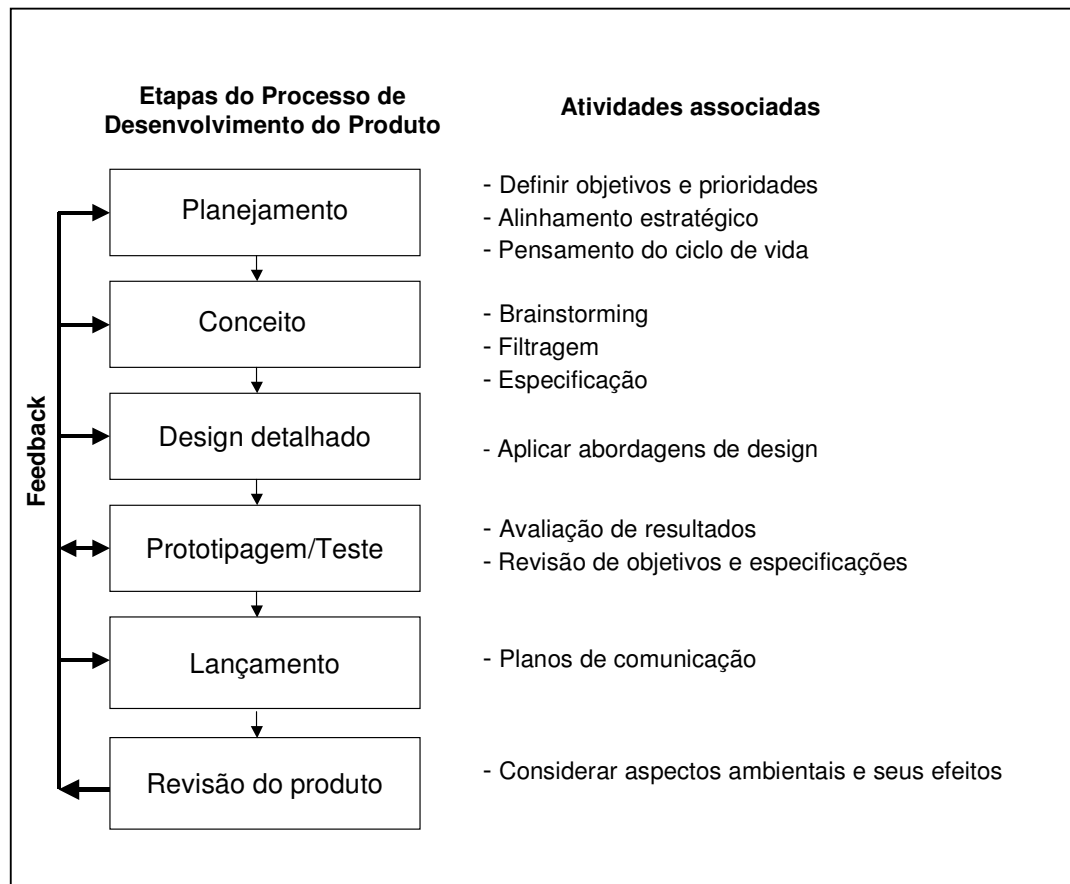


FIGURA 4 – Etapas de projeto e desenvolvimento do produto segundo a ISO 14062

FONTE – Adaptado de Mueller *et al.* (2004)

Chemistry – SETAC, precursora da introdução do conceito de ACV, define a ferramenta da seguinte maneira (GRAEDEL, 1997):

A avaliação do ciclo de vida é um processo objetivo para avaliar as cargas ambientais associadas a um produto, processo, ou atividade identificando e quantificando o uso de energia e materiais e emissões ambientais, para avaliar o impacto desses usos de energia e materiais e emissões no meio ambiente, e para avaliar e implementar oportunidades para efetuar melhoramentos ambientais. A avaliação inclui o ciclo de vida inteiro do produto, processo ou atividade, envolvendo extração e processamento de matérias-primas; manufatura, transporte e distribuição; uso/reuso/manutenção; reciclagem; e disposição final.

A informação fornecida pela ACV pode ser usada pelo designer para identificar e priorizar os aspectos ambientais do produto a serem atendidos. A metodologia de avaliação do ciclo de vida é reconhecida internacionalmente, embora não esteja ainda

padronizada; atualmente não existe um consenso enquanto às melhores práticas, especialmente na etapa final de avaliação do impacto ambiental. A ISO divide a ACV em quatro etapas: (IBICT, s.d.):

- Definição do objeto
- Inventário do ciclo de vida
- Avaliação do impacto do ciclo de vida
- Interpretação da avaliação do ciclo de vida

#### **2.5.1.1 Definição do objeto**

Nesta etapa se definem as questões a serem respondidas pela ACV e o escopo das atividades que serão realizadas para responder essas questões. Também devem ser definidas as fronteiras dos sistemas que serão incluídos na avaliação. Aqui é comum definir uma unidade funcional do produto (ou processo, ou sistema a ser avaliado), a partir da qual serão realizadas todas as mensurações pertinentes durante a avaliação; além disso, o estabelecimento da unidade funcional permite a comparação do desempenho ambiental de um produto com outro sem depender diretamente das características e propriedades dos mesmos.

#### **2.5.1.2 Inventário do ciclo de vida**

O inventário do ciclo de vida é uma lista de todos os fluxos de recursos consumidos e emissões geradas pelo produto durante seu ciclo de vida. Cada etapa do ciclo deve ser analisada individualmente para quantificar o uso de materiais, energia e emissões. Posteriormente, os dados recolhidos em todos os estágios do ciclo de vida são reunidos para formar o inventário. O resultado é uma longa lista que contém o fluxo total de recursos e emissões. O inventário fornece informações tais como as emissões totais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) geradas. Essas informações geralmente precisam ser classificadas e agrupadas para a elaboração de indicadores que possibilitem a tomada de decisões.

### **2.5.1.3 Avaliação do impacto do ciclo de vida**

Esta etapa consiste na classificação dos dados recolhidos no inventário do ciclo de vida em grupos ou categorias diferentes de impacto ambiental. As categorias devem ser previamente definidas no começo da avaliação e geralmente incluem impactos tais como: efeito estufa, acidificação, *smog* e outros. O resultado da classificação é um conjunto de categorias com sua respectiva medida de impacto calculada a partir da contribuição de cada item do inventário; por exemplo, o dióxido de carbono contribui ao efeito estufa com um fator de 1, enquanto que o metano (CH<sub>4</sub>) o faz com um fator de 22 (LEWIS & GERTSAKIS, *op cit.*).

Posteriormente é necessário que os resultados do impacto em cada categoria sejam normalizados, uma vez que essas categorias influem no meio ambiente de maneira distinta, dependendo de fatores tais como a região e o período de tempo em que a avaliação do ciclo de vida foi realizada, dessa forma, cada categoria é comparada de acordo com um valor de referência nacional ou global. Uma vez normalizadas, as categorias podem ser pesadas de acordo com sua significância ambiental e logo somadas para finalmente determinar um único indicador. Esse indicador permite, entre outras aplicações, fazer comparações entre produtos.

As etapas de classificação e normalização requerem de julgamentos subjetivos, motivo pelo qual existe debate dentro da comunidade científica da ACV. No entanto, os indicadores resultantes oferecem informação ambiental útil para a tomada de decisões.

### **2.5.1.4 Interpretação da avaliação do ciclo de vida**

Antes de chegar às conclusões finais da ACV, é preciso validar os resultados obtidos nas etapas anteriores. Pode ocorrer que dados significantes estejam baseados em informações não muito confiáveis ou em presunções não verificadas. Nesses casos, deve-se incluir a necessidade de maiores investigações ou qualificações no reporte de resultados. O resultado desta etapa é geralmente a exposição de necessidades e

oportunidades para reduzir os impactos ambientais gerados pelo sistema em questão (GRAEDEL, *op cit.*).

As etapas da avaliação do ciclo de vida estão esquematizadas na FIG. 5:

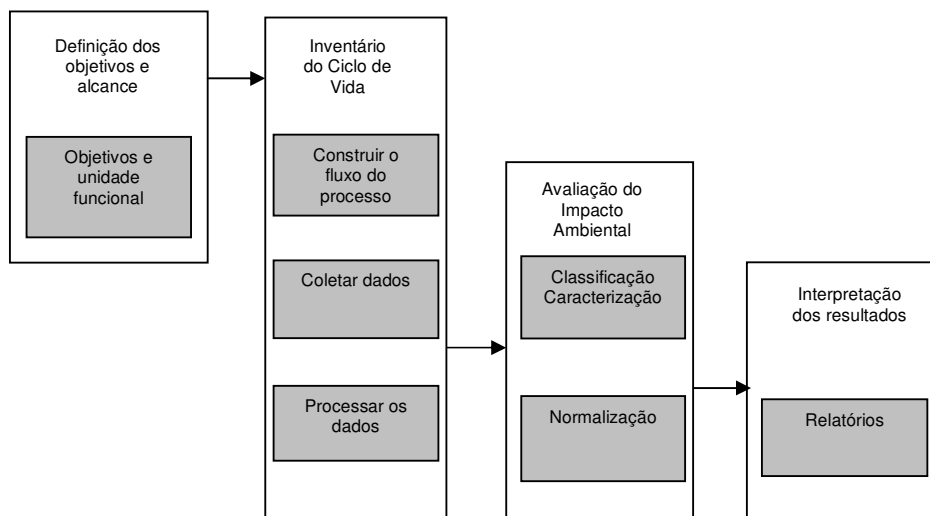


FIGURA 5 – Etapas da Avaliação do Ciclo de Vida

FONTE – Adaptado de Zhang, Wang & Zhang (1999)

### 2.5.2 Avaliação Simplificada do Ciclo de Vida

Alguns autores sugerem outras abordagens a respeito da ACV devido à dificuldade na obtenção de dados quantitativos. Estas abordagens são qualitativas; confrontam as etapas do ciclo de vida com os atributos do produto de forma matricial. A Avaliação Simplificada do Ciclo de Vida<sup>17</sup> conforme Santos-Reyes & Lawlor-Wright (2001), ou matriz DFE (JOHNSON & GAY, 1995), utiliza um arranjo 5×5. As filas contêm as etapas principais do ciclo de vida: materiais/partes, manufatura, transporte, uso e disposição final. As colunas contêm os aspectos ambientais: materiais usados, energia, resíduos sólidos, emissões e descargas e saúde segurança (FIG. 6).

<sup>17</sup> GRAEDEL, T.; ALLENBY, B.; COMRIE P. Matrix approaches to abridged life cycle assessment. *Environmental Science & technology*, v. 29, n. 3, p. 134-139, 1995.

Etapas do ciclo de vida	Utilização de recursos naturais		Proteção ambiental		Proteção do usuário
	Materiais	Energia	Resíduos sólidos	Emissões e descargas	Saúde e segurança
Materiais/partes					
Manufatura					
Transporte					
Uso					
Disposição final					

FIGURA 6 – Matriz para Avaliação Simplificada do Ciclo de Vida

FONTE – Johnson &amp; Gay (1995)

Com base nesta classificação, a equipe de design pode atribuir pesos a cada elemento da matriz de acordo com a performance ambiental do produto. Os dados fornecidos pela matriz permitem avaliações posteriores para estabelecer prioridades no design, sugerir possíveis melhoras, etc. Um problema concernente ao uso de matrizes é a falta de objetividade, devido a que a equipe de design pesa os impactos ambientais de forma subjetiva; além disso, os membros da equipe podem não ter a devida experiência em questões de meio ambiente para avaliar os impactos de um produto (Glazebrook *et. al.* 2000)

### 2.5.3 Outras Ferramentas de Avaliação Ambiental

Há ferramentas alternativas de avaliação ambiental que são usadas para mensurar o impacto ambiental dos produtos. Entre elas estão os *softwares* de avaliação ambiental confeccionados especificamente para atender determinadas necessidades das empresas. Essas ferramentas podem estar baseadas na avaliação do ciclo de vida<sup>18</sup> ou em critérios

<sup>18</sup> Empresas como a IBM, a Kodak e a Sony fazem firme uso de dados recolhidos através da ACV para a implementação de ecodesign no desenvolvimento dos seus produtos (CHARTER, 2001; SCHVANEVELDT, 2003).



específicos colocados pelos departamentos ambientais das empresas em questão<sup>19</sup>. Geralmente o uso dessas ferramentas é complementado com similares de avaliação e monitoramento das melhoras ambientais realizadas nos produtos ao longo do tempo. A seguir são apresentadas duas ferramentas alternativas de avaliação ambiental que foram selecionadas tendo em vista sua adequabilidade ao objetivo proposto na dissertação.

Anon (2002) descreve características de gestão do ecodesign de uma das maiores empresas fabricantes de móveis do mundo<sup>20</sup>, a qual faz uso de uma ferramenta quantitativa de avaliação do impacto ambiental para seus produtos. Cada produto é avaliado de acordo com três critérios: desmontagem, química dos materiais e reciclabilidade. Se um produto pode ser completamente desmontado em suas partes individuais, ele recebe um *crédito* de 100%. Se um componente não pode ser facilmente desmontado, por exemplo, devido ao uso de adesivos entre as superfícies, ele recebe um crédito de 0%. Cada material que forma parte do produto também é analisado de acordo com seus conteúdos químicos, tendo em vista fatores ambientais e de saúde humana; os materiais são classificados de acordo com sua periculosidade, atribuindo créditos e cores distintas para cada tipo de material, desde os considerados mais tóxicos (vermelho – 0%) até os menos perigosos (verde – 100%). A reciclabilidade é rateada conjuntamente com os conteúdos de materiais reciclados e/ou renováveis em cada componente do produto. Quanto maior a reciclabilidade ou conteúdo de materiais reciclados e/ou renováveis, maior será a quantidade de créditos (%) designados para cada componente. Uma vez designados os créditos para todos os componentes, eles são pesados e somados de acordo com sua contribuição no peso total do produto. Assim, obtém-se um indicador para cada um dos três critérios utilizados na avaliação. Finalmente, pode-se calcular um único indicador de ecodesign para o produto obtendo-se a média dos indicadores individuais. A FIG. 7 mostra uma avaliação de um produto hipotético da empresa citada, mostrando como os componentes e materiais são pesados.

---

<sup>19</sup> Por exemplo, a Hewlett-Packard utiliza uma série de medidas internas, incluindo conservação dos materiais e eficiência energética (CHARTER, *op cit.*); a BASF faz uso de uma ferramenta exclusiva para avaliar e monitorar a eco-eficiência dos seus produtos, usando critérios de sustentabilidade: impactos ambientais, econômicos e sociais (KICHERER, 2004).

<sup>20</sup> A Herman Miller é uma empresa americana de 2.2 bilhões de \$us, cuja estratégia principal de negócios inclui a prática ativa de ecodesign (ANON, *op cit.*).

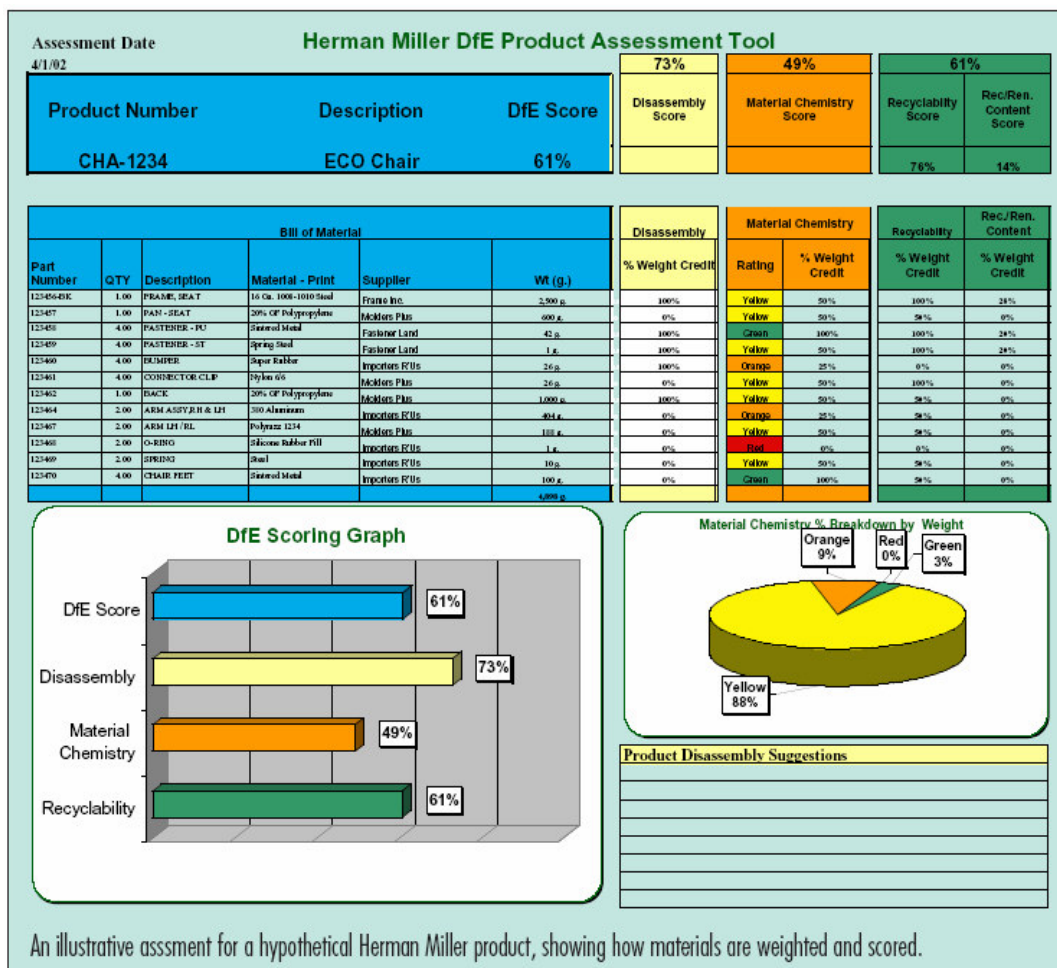


FIGURA 7 – Ferramenta de avaliação ambiental da fabricante de móveis Herman Miller

FONTE – Anon (2002)

A Pré Consultants (2000) publicou uma metodologia bastante prática de avaliação do impacto ambiental baseada no cálculo de um único Eco-indicador<sup>21</sup> através da aplicação de indicadores ambientais já estabelecidos<sup>22</sup>. São recomendados cinco passos para realizar a avaliação do impacto: estabelecer o propósito do cálculo do Eco-indicador, definir o ciclo de vida, quantificar materiais e processos, preencher o formulário e interpretar os resultados. No primeiro passo deve-se descrever o produto a ser

<sup>21</sup> O Eco-indicador é um número que indica o impacto ambiental de um material ou processo, baseado em dados de uma avaliação do ciclo de vida. Quanto maior o indicador, maior o impacto ambiental (PRÉ CONSULTANTS, *op cit.*).

<sup>22</sup> Conjuntamente com a metodologia, a PRÉ Consultants (*op cit.*) apresenta uma lista de indicadores ambientais dos principais materiais e processos em cada etapa do ciclo de vida, obtidos através de avaliação do ciclo de vida.

analisado, definir se a análise tem propósito comparativo ou se será realizada de forma individual, e definir o nível de acurácia requerida. Seguidamente deve-se esquematizar o ciclo de vida do produto, definindo os possíveis cenários enquanto a produção, uso e descarte. Posteriormente se determina a unidade funcional para quantificar os materiais e processos a partir do ciclo de vida esquematizado. Logo se deve preencher um formulário de dados do produto (vide ANEXO A), indicando os materiais, processos, as quantidades e indicadores correspondentes. Aqui, os impactos ambientais são obtidos através da multiplicação de cada indicador pela quantidade indicada para cada material ou processo. Finalmente os resultados podem ser somados e pesados para interpretação e estabelecimento de conclusões.

## **2.6 Estratégias de ecodesign**

As estratégias de ecodesign oferecem orientação enquanto a medidas de ação a serem tomadas durante a implementação prática do ecodesign. É através dessas medidas que a redução dos impactos ambientais do produto será efetivamente realizada. A seleção das estratégias apropriadas é fundamental para a aplicação bem sucedida do ecodesign. Geralmente as estratégias de ecodesign colocadas por diferentes autores estão intimamente relacionadas com o ciclo de vida do produto; as abordagens apresentadas têm bastante similaridade e normalmente possuem estratégias genéricas e específicas. A seguir são apresentadas três abordagens bastante conhecidas de estratégias de ecodesign colocadas por distintos autores.

As estratégias de ecodesign apresentadas por Thompson (1999) foram ideadas a partir de um ponto de vista biológico, mediante a asserção de que as atividades humanas deveriam se assemelhar àquelas que ocorrem na flora e fauna e seus ecossistemas para evitar a degradação do meio ambiente. O estudo dos organismos em diversos ecossistemas permite a compreensão de certos padrões que podem ser traduzidos em princípios de ecodesign (QUADRO 1).

<b>Estratégias genéricas</b>	<b>Princípios de ecodesign</b>
Administração dos materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar a quantidade de material em cada parte</li> <li>Estender a vida útil</li> <li>Especificar materiais reciclados a qualquer oportunidade possível</li> <li>Especificar materiais energeticamente eficientes na manufatura e no serviço</li> <li>Especificar materiais que poluam minimamente durante sua extração, manufatura uso e disposição</li> <li>Especificar materiais realmente disponíveis que não degradem os recursos naturais</li> <li>Especificar materiais de modo que seja improvável de serem afetados por nova legislação que irá restringir sua introdução, manufatura ou disposição</li> </ul>
Utilização de energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar o consumo de energia</li> <li>Minimizar as perdas de energia</li> <li>Escolher fontes sustentáveis de combustível</li> </ul>
Estender a vida útil do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criar documentação para reparo e manutenção adequados para os usuários</li> <li>Assegurar que o ciclo de vida seja ambientalmente ótimo</li> <li>Substituir partes deterioradas</li> <li>Identificar as deficiências inerentes ao produto e re-projetar para evitar falhas prematuras</li> <li>Identificar perigos potenciais do produto no final da sua vida útil e minimizá-los</li> <li>Utilizar princípios de Design para Desmontagem para facilitar a re-manufatura e reciclagem das partes</li> </ul>
Design para Desmontagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar a variedade de materiais no produto</li> <li>Consolidar partes</li> <li>Reduzir o número de operações de montagem</li> <li>Especificar materiais compatíveis</li> <li>Simplificar e uniformizar encaixes</li> <li>Identificar pontos de separação entre partes</li> <li>Especificar adesivos a base de água</li> <li>Incorporar um esquema de identificação de materiais nas partes para simplificar a identificação</li> </ul>
Reciclagem dos materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar o número de materiais diferentes no produto</li> <li>Selecionar materiais de fácil reciclagem</li> <li>Assegurar facilidade de desmontagem</li> <li>Facilitar a identificação dos materiais</li> </ul>

QUADRO 1 – Estratégias genéricas e princípios de ecodesign

FONTE – Thompson (1999)

Outro grupo de estratégias é fornecido por Keoleian & Monerey<sup>23</sup> (*apud* LEE & PARK, 2005). Cada uma das sete estratégias genéricas de ecodesign possui várias estratégias específicas (QUADRO 2), assim mesmo, são incluídas estratégias para o ecodesign do processo.

<sup>23</sup> KEOLEIAN, G. A.; MONEREY, D. *Life cycle design guidance manual: environmental requirements and the product system*. United States Environmental Protection Agency – USEPA, 1993.

<b>Estratégias genéricas</b>	<b>Princípios de ecodesign</b>
Extensão da vida do produto	Apropriadamente durável Adaptável, confiável Serviçal (manutenível, reparável) Re-manufaturável, reutilizável
Extensão da vida dos materiais	Tipos de material reciclado Opções de reciclagem Infra-estrutura, considerações de design
Seleção dos materiais	Substituição, reformulação
Reduzir a intensidade material	–
Administração do processo	Substituição do processo (eficiência material e energética do processo) Controle do processo Layout melhorado do processo Controle do inventário e manejo dos materiais Planejamento de facilidades Tratamento e disposição
Distribuição eficiente	Transporte Embalagem (redução, substituição de materiais)
Práticas melhoradas de gestão	Administração dos escritórios Evitar produtos de alto impacto Escolher fornecedores ambientalmente responsáveis Provisão de informação (rotulagem, propaganda)

QUADRO 2 – Estratégias genéricas e específicas de ecodesign

FONTE – Keoleian & Monerey (*apud* LEE & PARK, 2005)

Um conjunto de estratégias bastante difundido é aquele apresentado por Brezet & van Hemel<sup>24</sup> (*apud* van HEMEL, 2001), ideadas para facilitar a classificação das iniciativas de ecodesign. Essas estratégias foram esquematizadas numa *Roda Estratégica* (FIG. 8), que funciona como referência para o designer oferecendo um panorama dos possíveis caminhos para melhorar o perfil dos produtos. A estratégia de ‘desenvolvimento de novo conceito’ é chamada “estratégia de ecodesign @”. O símbolo “@” foi colocado devido ao caráter inovador dessa estratégia, já que o sistema de correio eletrônico é visto como altamente inovador tanto funcional como ambientalmente falando.

## 2.7 O ecodesign e o DFX

Existem várias ferramentas de design que atuam na otimização de aspectos envolvidos

<sup>24</sup> BREZET, J. C.; van HEMEL, C. G. *Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption*. Paris: United Nations Environmental Programme, 1997.



FIGURA 8 – Roda estratégica do ecodesign

FONTE – Brezet & van Hemel (*apud* van HEMEL, 2001)

com etapas específicas do ciclo de vida dos produtos. Por exemplo, o Design para Montagem (DFA) ajuda a projetar componentes de forma a facilitar a montagem do produto, e o Design para Manufatura (DFM) ajuda a projetar componentes que sejam compatíveis com as capacidades de processo de manufatura. Estas e outras ferramentas são normalmente agrupadas como DFX, onde “X” é a característica que se pretende ressaltar (como qualidade, montagem, usabilidade, confiabilidade, testes, etc.). A experiência demonstra que várias dessas ferramentas possuem, mesmo que indiretamente, uma contribuição de caráter ecológico ao projeto do produto. Esta seção tem por objetivo analisar a relação entre as ferramentas de DFX e sua aplicação no ecodesign.

### 2.7.1 Ferramentas de DFX

Foram selecionadas ferramentas de DFX que apresentam características que permitem a inferência a respeito da sua contribuição – direta ou indireta – em favor de aspectos ambientais no ciclo de vida do produto. É importante ressaltar que o próprio DFE (ecodesign) faz parte da família DFX, mas este pertence a um grupo *especial* dentro dessa família, conjuntamente com outras ferramentas tais como o Design para Custo (DFC) e o Design para Qualidade (DFQ). Essas ferramentas pretendem otimizar certa *virtude* do produto em todas as fases do seu ciclo de vida (OLESEN<sup>25</sup>; MORUP<sup>26</sup> *apud* van HEMEL & KELDMANN, 1996), enquanto que outras ferramentas de DFX objetivam otimizar o produto com respeito a certa *fase da sua vida*. As ferramentas apresentadas a seguir pertencem precisamente a este último grupo, tendo em vista sua afinidade com aspectos ambientais.

#### 2.7.1.1 Design para Montagem (DFA)

O Design para Montagem está baseado na premissa de que *o menor custo de montagem pode ser atingido projetando um produto de forma que possa ser economicamente montado pelo sistema de montagem mais apropriado* (KUO, HUANG & ZHANG, 2001). Há dois fatores principais que influenciam o custo de montagem: (1) o número total de partes e (2) a facilidade de manuseio, inserção e junção das partes.

A pesar de que diferentes abordagens de DFA têm surgido desde o final da década de 70, seus princípios continuam sendo os mesmos. O princípio metodológico básico do DFA recai no questionamento a respeito da existência de cada uma das peças que fazem parte de um produto. O procedimento principal consiste em avaliar cada peça e determinar se ela existe separadamente por razões fundamentais (LEANNEY, 1996):

- A peça se move em relação a todas as outras peças já montadas

---

<sup>25</sup> OLESEN, J. Concurrent development in manufacturing-based on dispositional mechanisms and consumption. Institute for Engineering Design, Technical University of Denmark, 1992.

<sup>26</sup> MORUP, M. Design for quality. Institute for Engineering Design, Technical University of Denmark, 1994.

- A peça é de material diferente ao daquelas já montadas
- A peça é separada para permitir a montagem ou desmontagem dos componentes

Se a existência da peça não pode ser justificada por pelo menos uma dessas razões, teoricamente ela deve ser eliminada.

Analisando o DFA desde um ponto de vista ambiental, pode-se dizer que os ganhos principais ocorrem devido a: redução do número de partes do produto, o qual implicaria na utilização de menor quantidade de recursos materiais; e a eliminação de peças de materiais distintos, o qual facilitaria a seleção das mesmas para reciclagem.

### **2.7.1.2 Design para Manufatura (DFM)**

O Design para Manufatura objetiva projetar componentes que sejam compatíveis com as capacidades de processo de manufatura, atendendo aspectos como: forma, dimensões, tolerâncias e qualidade superficial (TICHEM & STORM 1997). Essas considerações, durante o projeto, devem ser tomadas em conta de acordo com recursos de manufatura – maquinário, ferramental e usinagem entre outros – de tal forma que se outorgue facilidade de fabricação ao produto.

Stoll<sup>27</sup> (*apud.* KEYS, 1990) apresenta uma ampla lista de linhas-guia que orientam a respeito de boas práticas de DFM, algumas delas são:

- Projetar com o número mínimo de partes
- Projetar com abordagem modular
- Projetar as partes para que sejam multifuncionais
- Projetar partes de fácil fabricação
- Minimizar as orientações de montagem; projetar para montagem “por cima”
- Eliminar ou simplificar ajustes

---

<sup>27</sup> STOLL, H. W. Design for manufacturing. *Manufacturing Engineering*, p. 67-73, jan. 1988.



Podemos afirmar que o DFM, além de facilitar a fabricação do produto, conseqüentemente favorece a redução no uso de recursos materiais, devido à adoção de estratégias tais como as três primeiras práticas citadas acima.

Considerando as dificuldades de entrosamento entre os setores de Manufatura e Engenharia do Produto, o ideal seria projetar produtos com alta funcionalidade e facilidade de fabricação. Isso pode ser feito através de outra abordagem na qual DFA e DFM são acoplados (DFMA).

### **2.7.1.3 Design para Manufatura e Montagem (DFMA)**

Uma junção das abordagens discutidas anteriormente é o DFMA. Segundo Boothroyd (1996), o DFMA *é um procedimento sistemático que visa auxiliar companhias a fazerem o uso mais completo dos processos de manufatura existentes e manter ao mínimo o número de partes numa montagem*. O mesmo autor apresenta uma metodologia na qual combina DFA e DFM, o primeiro para simplificar a estrutura do produto e o segundo para determinar os processos de manufatura mais adequados. Bralha<sup>28</sup> (*apud* ROMEIRO FILHO, 2004) apresenta algumas regras de boa conduta sugeridas pelo DFMA, entre elas:

- Projetar para um número mínimo de componentes
- Projetar componentes para serem multifuncionais
- Utilizar componentes e processos padronizados
- Desenvolver uma abordagem de projeto modular
- Utilizar uma montagem empilhada/unidirecional
- Eliminar parafusos, molas, roldanas e chicotes de fios
- Eliminar ajustes

O DFMA, ao igual que as ferramentas citadas anteriormente, possibilita um melhor

---

<sup>28</sup> BRALHA, J. G. *Handbook of product design for manufacturing*. New York: McGraw-Hill, 1986.

manejo de recursos materiais, o qual pode resultar numa redução do impacto ambiental do produto nas fases iniciais do seu ciclo de vida.

#### **2.7.1.4 Design para Confiabilidade**

Confiabilidade é a probabilidade de um produto operar sem que falhe alguma função específica, sob dadas condições e dado período de tempo (KUO, HUANG & ZANG, *op cit.*). A análise de confiabilidade é distinta para sistemas eletrônicos e mecânicos. No primeiro caso, a análise é feita em base a distribuições de probabilidade; no segundo, a análise é feita em base à resistência dos materiais. Ireson & Coombs<sup>29</sup>, (*apud* KUO, HUANG & ZANG, *op cit.*), apresentam alguns critérios de design para confiabilidade:

- Simplicidade
- Uso de componentes testados e projetos escolhidos
- Projetar para a tensão e resistência
- Identificação e eliminação dos modos de falha críticos
- Manutenção preventiva
- Avaliação da tolerância

#### **2.7.1.5 Design para Durabilidade**

Projetar um produto para que este seja durável tem repercussão ambiental, já que o adiamento da substituição do mesmo leva ao menor consumo de matérias primas e menor uso de recursos de descarte. Manzini & Vezzoli (*op cit.*) citam as seguintes indicações para projetar e conceber durações apropriadas para o produto:

- Projetar vidas iguais para os vários componentes
- Projetar uma vida útil dos componentes correspondente à duração prevista para substituí-los durante o seu uso

---

<sup>29</sup> IRESON, W. G.; COOMBS, C. F. *Handbook or reliability engineering and management*. New York: McGraw-Hill, 1988.

- Escolher os materiais duráveis considerando as serventias e a vida útil do produto
- Evitar materiais permanentes para funções temporárias.

A aplicação do Design para Durabilidade, assim como do Design para Confiabilidade, possibilita uma vida útil mais extensa do produto, o qual resulta no maior tempo de uso e conseqüentemente numa diminuição na geração de desperdício no final do seu ciclo de vida.

#### **2.7.1.6 Design para Manutenção**

O objetivo básico do Design para Manutenção é assegurar que o produto possa ser mantido durante seu ciclo de vida útil a um custo razoável e sem nenhuma dificuldade (KUO, HUANG & ZHANG, *op cit.*). Os requerimentos de manutenção podem ser qualitativos ou quantitativos, os quais são usados para definir as características de manutenção em um sistema ou equipamento. Os seguintes são alguns critérios de projeto para manutenção, tomando em conta requerimentos qualitativos:

- Impedir a possibilidade de dano durante a manutenção e serviço
- Minimizar a necessidade de ferramentas especiais
- Colocar as instruções em cada componente, de forma permanente e legível
- Cantos afiados, partes pontiagudas, etc, que causem prejuízo ao pessoal devem ser evitados
- Promover a substituição das partes substituíveis sem a remoção de partes não afetadas
- Facilitar o acesso às partes substituíveis
- Localizar componentes de forma a facilitar os testes
- Prover clareza nos conectores para sua identificação e acesso manuais

Assegurar a capacidade de manutenção de um produto implica na extensão da sua vida útil, o qual possibilita a maior utilização e adiamento do descarte do mesmo. Por esses

motivos, a aplicação do Design para Manutenção ajuda a diminuir os impactos ambientais ocasionados durante as etapas de uso e final do ciclo de vida do produto.

#### **2.7.1.7 Design para Estocagem e Distribuição**

O design para estocagem implica o uso de técnicas efetivas de design do produto de forma a facilitar sua estocabilidade (GOPALAKRISHNAN *et al.*, 1996). Fatores chave que influenciam a estocabilidade durante o design preliminar e o design detalhado incluem a geometria global do produto e as características dos materiais. Esses aspectos, conjuntamente com outros tais como o volume demandado do produto a ser distribuído por unidade de tempo, determinam o espaço a ser ocupado assim como as características dos elementos de apoio a serem utilizados durante a estocagem e distribuição. Gopalakrishnan (*op cit.*) apresenta um procedimento sistemático de Design para Estocagem e Distribuição baseado nas características de design dos produtos (principalmente as dimensões e materiais utilizados), a ordem de apanhamento dos mesmos e as dimensões do palete a ser utilizado para suportar a unidade de carga.

Podemos afirmar que o Design para Estocagem e Distribuição contribui para a diminuição dos impactos ambientais do produto durante a etapa de distribuição e transporte, principalmente através de ganhos na utilização de energia para transportar os produtos.

#### **2.7.1.8 Design para Desmontagem (DFD)**

Design para Desmontagem implica desenvolver produtos que sejam fáceis de separar e conseqüentemente facilitem a reciclagem e remoção de materiais perigosos (HANFT & KROLL, 1996). Deve-se distinguir entre facilidade de separação dos componentes do produto e a facilidade de separação do material que forma parte do mesmo. Este último tem a ver diretamente com a reciclagem do material, assunto que pode ser atendido com técnicas de Design para Reciclagem.

Algumas diretrizes que fazem parte do Design para Desmontagem são (SZCZEBICKI & DRINKWATER, 2004):

- Consolidar partes e minimizar o número de componentes
- Reduzir o número de operações de montagem
- Eliminar ou evitar revestimentos e acabamentos secundários
- Usar sistemas de junção removíveis
- Prever tecnologias e equipamentos específicos para desmontagem destrutiva
- Uso de materiais que possam ser facilmente separados antes e após da sua trituração

De modo geral, pode-se dizer que o Design para Desmontagem favorece a diminuição dos impactos ambientais do produto na etapa de descarte.

#### **2.7.1.9 Design para Reutilização**

No momento de descarte de um produto, o mesmo ou algumas das suas partes podem ser reutilizados para a mesma ou outra função. O produto também pode ser re-manufaturado ou re-processado, colocando-o em condições de uso novamente. Manzini & Vezzoli (*op cit.*) mostram indicações para facilitar a reutilização e re-manufatura:

##### Reutilização

- Incrementar a resistência das partes mais sujeitas a avarias e rupturas
- Predispor o acesso para facilitar a remoção das partes e componentes que podem ser reutilizados
- Projetar partes e componentes padronizados
- Projetar a reutilização de partes auxiliares
- Projetar a possibilidade de recarga e/ou reutilização das embalagens
- Projetar prevendo um segundo uso.

Re-manufatura:

- Projetar procurando facilitar a remoção e a substituição das partes mais facilmente avariadas
- Projetar as partes estruturais separáveis das de acabamento
- Facilitar o acesso às partes que devem ser refeitas
- Prever tolerâncias adequadas nos pontos mais sujeitos às avarias
- Projetar partes e acabamentos reforçados para algumas superfícies que se deterioram

A implementação do Design para Reutilização é preferível para diminuir os impactos ambientais durante a etapa de descarte do produto, uma vez que a reutilização permite o adiamento do descarte do mesmo, enquanto que o Design para Re-manufatura é recomendável para diminuir os impactos, além da etapa de descarte, na etapa de aquisição dos materiais, já que resta a geração de desperdício assim como a utilização de novos materiais.

#### **2.7.1.10 Design para Reciclagem**

O Design para Reciclagem consiste em toda consideração, durante o projeto, que facilite a recuperação e re-processamento dos materiais uma vez que o produto seja descartado (LEWIS & GERTSAKIS, *op cit.*). Esses autores indicam algumas estratégias de design que visam facilitar a reciclagem dos materiais, entre elas:

- Escolher materiais que sejam comumente reciclados
- Minimizar a variedade de materiais
- Usar materiais compatíveis
- Marcar materiais para facilitar sua identificação

O Design para Reciclagem está relacionado com o Design para Desmontagem e também favorece a geração de ganhos ambientais durante a etapa de descarte do produto.

### **2.7.1.11 Design para Modularidade**

Um módulo pode ser definido como um “produto dentro do produto” (ERIXON, 1996), pelo qual o Design para Modularidade implica na projeção de produtos a partir da concepção planejada de módulos. Esta técnica oferece importantes vantagens na fabricação dos produtos: é uma base excelente para a renovação contínua do produto e desenvolvimento simultâneo do sistema de manufatura; o reporte de falhas é mais rápido se módulos forem testados antes de serem destinados à linha principal; a modularidade de um produto resulta em efeitos positivos no fluxo total de informação e materiais no ciclo de vida; o processo de desenvolvimento do produto é simplificado para posteriores gerações do mesmo; e cada módulo pode ser projetado por separado. Além dessas vantagens, os ganhos ambientais gerados são consideráveis; por exemplo: o design modular permite a substituição do(s) módulo(s), o qual possibilita a troca de partes durante o uso, facilitando o melhoramento e manutenção do mesmo; favorece a racionalização no uso de recursos durante a manufatura; incrementa a versatilidade e flexibilidade do produto, o qual pode retardar a obsolescência do mesmo; e permite otimizações no espaçamento durante o transporte.

### **2.7.2 Caracterização da contribuição do DFX no ecodesign**

Tendo em vista que o ecodesign é uma técnica que pretende minimizar os impactos ambientais tomando em conta todas as fases do ciclo de vida do produto, essa característica a diferencia das outras ferramentas de DFX citadas acima e torna sua implementação mais complexa. O caráter abrangente do ecodesign exige a aplicação de ferramentas específicas em cada etapa do ciclo de vida o qual pode ser feito através de ferramentas tais como o Design para Desmontagem e Design para Reciclagem. Considerando as influências positivas que as ferramentas de DFX anteriormente citadas têm sobre o meio ambiente, em muitos casos as mesmas poderiam ser consideradas, à sua vez, ferramentas de ecodesign, aspecto que pode ser notado no fato de que muitas estratégias de ecodesign possuem bastante similaridade com estratégias específicas de DFX.

Por outro lado, a aplicação de ferramentas específicas de DFX não necessariamente resultará numa melhoria dos aspectos ambientais do produto. Por exemplo, um dos resultados da aplicação do DFA no design são os sistemas de encaixe rápido entre peças, o qual pode dificultar a desmontagem das mesmas (encaixe não é o mesmo que desencaixe).

De modo geral, deixando de lado os aspectos ambientais negativos da aplicação de algumas ferramentas de DFX, a FIG. 9 mostra a principal contribuição dessas ferramentas em cada etapa do ciclo de vida quando aplicadas considerando aspectos ambientais no design do produto.

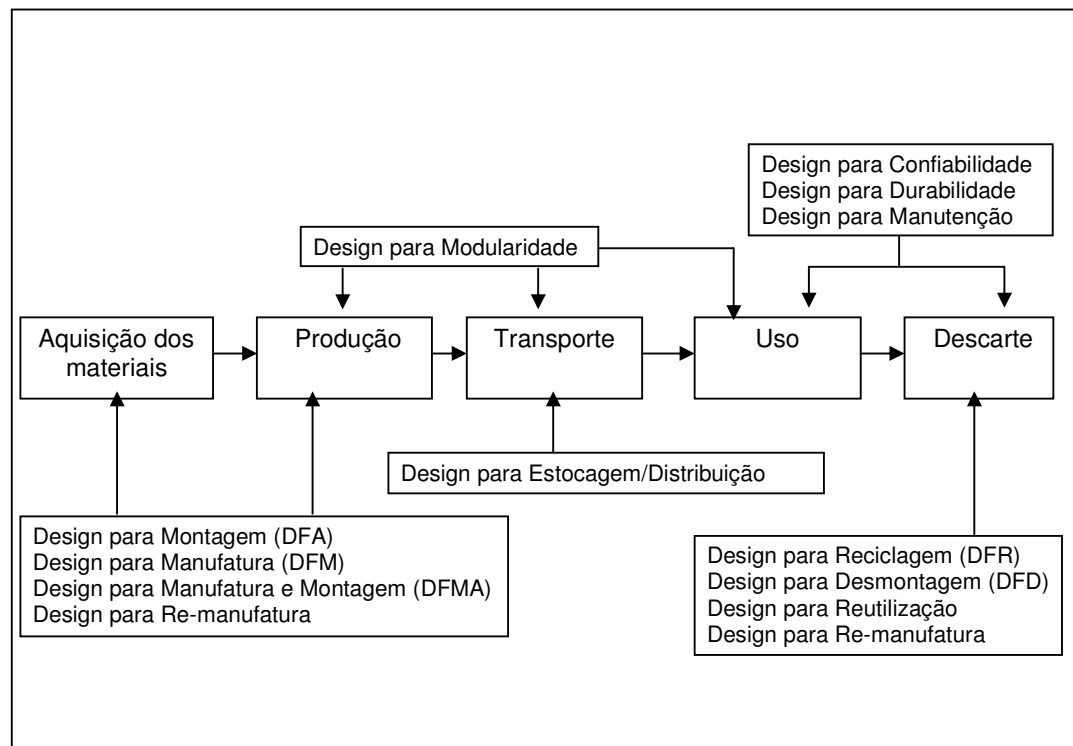


FIGURA 9 – Contribuição do DFX no ecodesign

## 2.8 Metodologias de ecodesign

Há uma variedade de metodologias de ecodesign descritas na literatura, cada uma utiliza distintas ferramentas de ecodesign e em muitos casos as mesmas estão focadas principalmente em empresas de grande porte. A seguir são citadas algumas



metodologias de ecodesign que foram escolhidas tomando em conta o uso de ferramentas descritas anteriormente, e a possibilidade de resgatar elementos que possam ser utilizados na elaboração de métodos de ecodesign para o caso dos móveis de escritório.

Johnson & Gay (*op cit.*) descrevem uma metodologia de DFE orientada ao consumidor, onde a equipe de design faz perguntas a respeito de aspectos ambientais, saúde e segurança em discussões com consumidores potenciais. Logo, fazem-se entrevistas com profissionais a respeito de regulamentos e tendências meio ambientais que poderiam afetar o produto. Com base nestas informações, a equipe estabelece os aspectos ambientais prioritários e coloca-os numa matriz DFE; estes aspectos são considerados durante a geração de conceitos os quais são avaliados em discussões com os consumidores. Logo, os conceitos são comparados com um produto *benchmark*. Assim, são designadas pontuações positivas e/ou negativas comparando os aspectos ambientais prioritários contra o produto benchmark para cada conceito. Depois são selecionados os melhores conceitos ambientalmente falando. Logo, usando técnicas de análise (entre os aspectos ambientais, de qualidade, custo, manufaturabilidade e performance), um ou dois conceitos são selecionados para prototipagem. Os conceitos selecionados serão sujeitos a análises mais detalhadas a respeito dos aspectos ambientais prioritários. Nesse estágio, aspectos ambientais secundários também são comparados com o produto benchmark usando a matriz DFE para não descuidar os “detalhes”, assim, pode-se melhorar o conceito antes de passar para manufatura.

Santos-Reyes & Lawlor-Wright (*op. cit.*), descrevem uma metodologia estruturada de DFE que consiste em quatro fases principais. Na primeira fase se desenvolve o modelo estrutural do produto, o qual é a base para determinar as características chave que poderão influenciar a performance ambiental do mesmo. Analisando o modelo estrutural e as características chave, se define o perfil ambiental do produto utilizando uma matriz DFE, onde a equipe de design atribui pesos a cada elemento da matriz. Na segunda fase se definem estratégias para melhorar o perfil ambiental do produto e se designam prioridades; para realizar as estratégias, se definem também princípios. Também nesta fase, as estratégias de melhoramento são ordenadas hierarquicamente. A

terceira fase consiste em definir parâmetros mensuráveis para caracterizar as estratégias de melhoria, onde as características chave definidas na primeira fase e as estratégias priorizadas na segunda fase são traduzidas em parâmetros mensuráveis. Estes parâmetros podem ser combinados para definir estratégias de performance ambiental as quais são priorizadas utilizando uma matriz chamada de “Casa Ambiental da Qualidade” (Environmental House Of Quality – EHOQ). O resultado é um arranjo normalizado e priorizado de estratégias de performance. A fase final consiste em quantificar as estratégias de performance ambiental; estes valores servirão para medir a performance ambiental do novo produto.

Vigon & Curran (1993) apresentam uma metodologia sistemática de análise de melhoramentos ambientais no ciclo de vida do produto. De forma genérica, o método consiste na identificação, avaliação e seleção de oportunidades alternativas de consumo de energia, recursos e emissões ambientais do produto. O ponto de partida é a análise do inventário do ciclo de vida, mediante o qual se estabelecem o escopo, limites e coleta de dados para os melhoramentos. Aqui se define se as melhorias serão feitas em nível do produto em si (por exemplo, mudanças nos componentes e materiais) ou a nível funcional, e se fazem questionamentos a respeito das possíveis melhoras. Posteriormente se determinam níveis de significância para cada contribuição de energia, materiais e emissões em cada etapa do ciclo de vida, para identificar áreas potenciais de redução desses fluxos. Depois se estabelece uma equipe de melhoramentos do produto, incluindo os envolvidos com a análise inicial e pessoal afim com as áreas específicas focadas. Seguidamente se identificam sistematicamente alternativas potenciais de melhoramento, através de processos dinâmicos de grupo tais como o *brainstorming*; as melhores idéias são filtradas usando um método adequado e cuidando que as mesmas possam ser operadas baseando-se principalmente em dados do inventário do ciclo de vida. Se necessário, devem-se coletar dados adicionais. Dados adicionais também devem ser reunidos em outras dimensões que possam afetar a tomada de decisões, incluindo infra-estrutura, arranjos organizacionais, custos, requerimentos legais, suprimentos e preferências do consumidor entre outras restrições. Esses dados devem ser avaliados junto às alternativas selecionadas, as quais devem ser submetidas a uma avaliação do ciclo de vida mais detalhada. Com base nessas últimas avaliações e

utilizando um método apropriado ocorre a escolha das melhorias a serem implementadas. Finalmente, deve-se preparar um plano de implantação das melhorias.

Lee & Park (2005) desenvolveram uma metodologia de ecodesign para produtos eletrônicos. No entanto, fazendo mudanças especialmente nos parâmetros e estratégias de ecodesign, o método pode ser adequado para outro tipo de produtos. Consiste de cinco módulos: pensamento do ciclo de vida, *benchmarking* ambiental, método de listas de checagem, estratégias de ecodesign e informação de ecodesign. O módulo de pensamento do ciclo de vida tem como objetivo principal identificar a etapa que possui maior impacto ambiental no ciclo de vida do produto: aquisição de matérias primas, manufatura, distribuição, uso e descarte. Para este fim, devem ser utilizadas ferramentas de avaliação dos impactos ambientais; em alguns casos essa informação poderá ser encontrada em fontes alternativas. Seguidamente devem-se estabelecer objetivos e prioridades para a realização de melhoras. Nesse sentido, existem dois caminhos possíveis dependendo do resultado do módulo anterior: (1) que a etapa de maior impacto ambiental seja a aquisição de matérias primas, distribuição, uso ou descarte ou (2) que a etapa de maior impacto seja manufatura. Para o primeiro caso, o método apresentado sugere a aplicação de *benchmarking* ambiental para a definição de objetivos de melhoramento ambiental. Esse método consiste basicamente em definir parâmetros do produto (por exemplo, peso e número de partes) passíveis de serem confrontados com três critérios: requerimentos legais, produtos concorrentes ou produtos da própria empresa. Esses critérios oferecem orientação enquanto aos objetivos de melhoramento ambiental a serem fixados para cada parâmetro. No segundo caso, também se devem definir parâmetros do processo de manufatura, desta vez na forma de listas de checagem. Esses parâmetros devem ser priorizados através do estabelecimento de pesos com base em três critérios: importância do produto, grau de implementação na empresa e risco de implementação. O módulo de estratégias de ecodesign provê orientação na geração de tarefas de ecodesign ou idéias por parte do designer. Conjuntamente com a metodologia, os autores apresentam uma lista de parâmetros de *benchmarking* e listas de checagem, assim como estratégias de ecodesign para produtos eletrônicos. Finalmente, o módulo de informação de ecodesign resulta da junção entre os parâmetros de melhoramento ambiental, sejam de *benchmarking* ou de

listas de checagem, e as estratégias de ecodesign. Essa informação é muito útil para a introdução de aspectos ambientais no design do produto, já que fornece objetivos e prioridades a serem cumpridos (através dos parâmetros) e orientação para a geração de idéias e/ou tarefas específicas de ecodesign (através das estratégias). A metodologia apresentada por Lee & Park (*op cit.*) está esquematizada na FIG. 10:

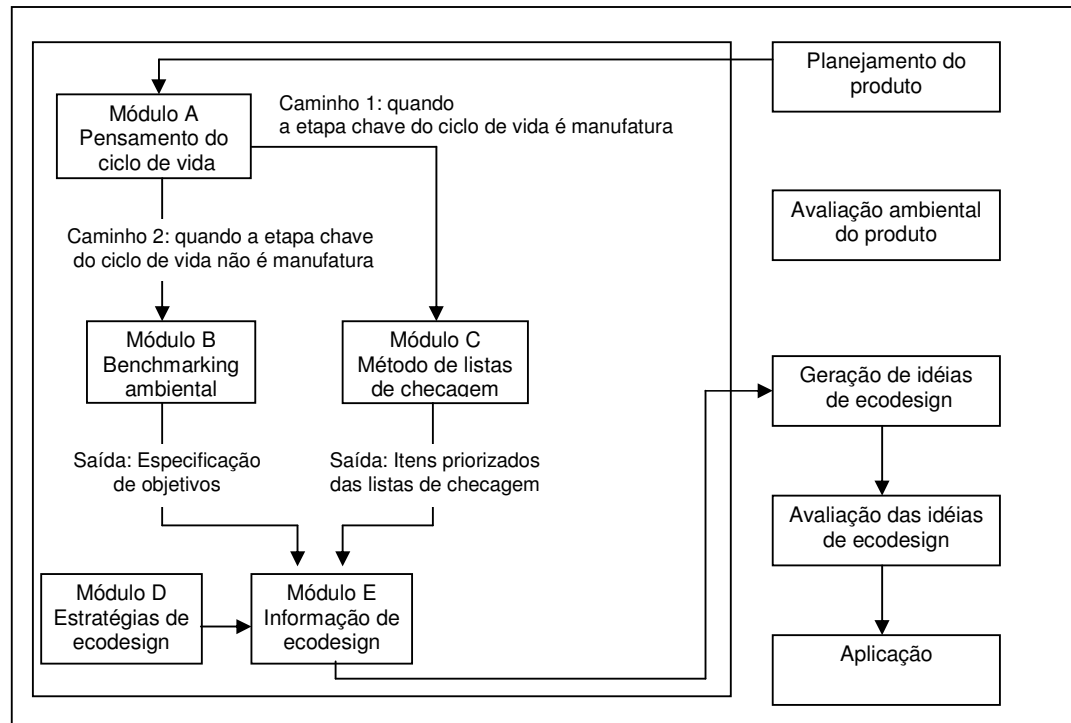


FIGURA 10 – Metodologia de ecodesign

FONTE – Lee & Park (2005)

### III A INDÚSTRIA DE MÓVEIS DE ESCRITÓRIO E O ECODESIGN

#### 3.1 A Indústria de Móveis

A indústria de móveis caracteriza-se pela reunião de diversos processos de produção, envolvendo diferentes matérias primas e uma diversidade de produtos finais (GORINI, 2000). Pode ser dividida de acordo com o tipo de material principal utilizado na produção (por exemplo, móveis de madeira; de metal; de plástico) e também segundo o uso pretendido dos móveis produzidos (por exemplo, móveis para residência; móveis para escritório).

No Brasil, segundo dados do IBGE (*apud. GORINI, op cit.*), a grande maioria dos produtores de móveis (91%) são fabricantes de móveis de madeira o qual representa cerca de 72% do total da produção, vindo em seguida a indústria de móveis de metal (4% dos fabricantes e 12% da produção); o restante está formado pelos produtores de móveis de plástico, colchoaria e persianas.

A fabricação de móveis residenciais, segundo a Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário – ABIMÓVEL<sup>30</sup> (*apud. GORINI, op cit.*), representa 60% da produção total do setor, assim mesmo, a fabricação de móveis para escritório representa 25 % do total e o resto está dividido entre móveis institucionais para escolas, consultórios médicos, restaurantes, hotéis e similares.

Os móveis de madeira podem ser classificados em móveis retilíneos e torneados. Os primeiros são lisos, com desenho simples e de linhas retas; sua matéria prima principal

---

<sup>30</sup> ABIMÓVEL. *Programa da indústria brasileira de móveis*. s.d.

são os painéis de aglomerado e compensado<sup>31</sup>. Já os móveis torneados reúnem detalhes mais sofisticados de acabamento, misturando formas retas e curvilíneas; sua matéria-prima principal é a madeira maciça, de lei ou de reflorestamento, podendo também incluir painéis de MDF<sup>32</sup>, os quais, ao igual que a madeira maciça, são passíveis de serem usinados.

Os móveis podem ser produzidos em série ou sob encomenda, independentemente da sua classificação. O segmento de móveis retilíneos seriados é bastante especializado (ou seja, há poucas linhas de produtos numa mesma unidade industrial) e seu processo produtivo é simplificado, envolvendo produção em grande escala e poucas etapas: corte dos painéis, usinagem e embalagem. As etapas de acabamento e montagem final foram praticamente excluídas devido a que as chapas de aglomerado, matéria-prima principal, podem ser adquiridas já com acabamento, e a montagem final do móvel pode ser feita pelo varejista. No segmento de móveis torneados seriados, o grau de especialização é maior e o processo produtivo inclui mais etapas: secagem da madeira, processamento secundário, usinagem, acabamento, montagem e embalagem. A fabricação seriada de móveis é exclusiva das médias e grandes empresas (de 20 a 500, e mais de 500 empregados respectivamente) cuja produção, em conjunto, chega a ser em torno de 84% do total fabricado no Brasil, tal como mostra a TAB. 1.

O segmento de móveis sob encomenda, setor por excelência das micro e pequenas empresas, utiliza-se basicamente de madeira compensada e madeiras nativas. Caracteriza-se pela predominância do trabalho artesanal e pela deficiência e precariedade das suas instalações (GORINI, *op cit.*), o qual gera muitas imprecisões nas medidas. Os produtos finais destinam-se predominantemente ao mercado doméstico.

---

<sup>31</sup> Os painéis ou chapas de aglomerado são formados por partículas de madeira unidos com cola de resina sintética de uréia-formaldeído ou melanina-uréia-formaldeído, além de parafina e água. Os compensados são chapas formadas a partir de três ou mais camadas de madeira (WILKE, s.d.a).

<sup>32</sup> Os painéis de MDF (Medium Density Fiberboard) estão formados por fibras de madeira unidas por resinas sintéticas, o processo é realizado em seco, obtendo-se densidade entre 660 a 860 kg/m<sup>3</sup>. O MDF tem características físicas e mecânicas que se aproximam dos níveis associados à madeira natural e em consequência se converte em um verdadeiro substituto em várias aplicações (WILKE, s.d.b).

TABELA 1  
Distribuição das empresas, do pessoal ocupado e do valor bruto da produção

Estratos	Número de empresas ocupado	Total do pessoal industrial	Valor bruto da produção	Número médio de empregados por estrato
Até 4 pessoas	56,9	11,5	4,2	2,8
5-19 pessoas	30,9	21,7	11,9	9,6
20-99 pessoas	10,1	32,3	31,8	43,5
100-499 pessoas	2,0	28,6	43,3	195,1
500 e mais pessoas	0,1	5,9	8,8	761,9
Total	100,0	100,0	100,0	13,6

FONTE – IBGE (*apud.* GORINI, 2000)

### 3.1.1 Cadeia produtiva moveleira

De forma geral, pode-se dizer que a cadeia produtiva do setor moveleiro (FIG. 11) está formada por três elos (IEL, 2003): Insumos, Transformação e Comercialização. O primeiro elo inclui todos os materiais necessários para a fabricação dos móveis, os quais são fornecidos pelas indústrias madeireiras, metalúrgicas e químicas entre outras. O elo representado pela indústria de transformação inclui a fabricação dos móveis e artefatos do mobiliário, tais como colchões e persianas. O terceiro elo da cadeia produtiva engloba os canais de distribuição e comercialização dos produtos finais, tais como representantes comerciais, varejistas e atacadistas.

### 3.2 A Indústria de Móveis de Escritório

O segmento de fabricação de móveis para escritório caracteriza-se pelos elevados graus de especialização, sofisticação tecnológica e terceirização (GORINI, *op cit.*). Além disso, destaca-se a preocupação das empresas do setor pela qualidade dos serviços pós-venda, devido às exigências do mercado sofisticado em que atuam.

A fabricação de móveis de escritório é exclusiva das médias e grandes empresas, já que

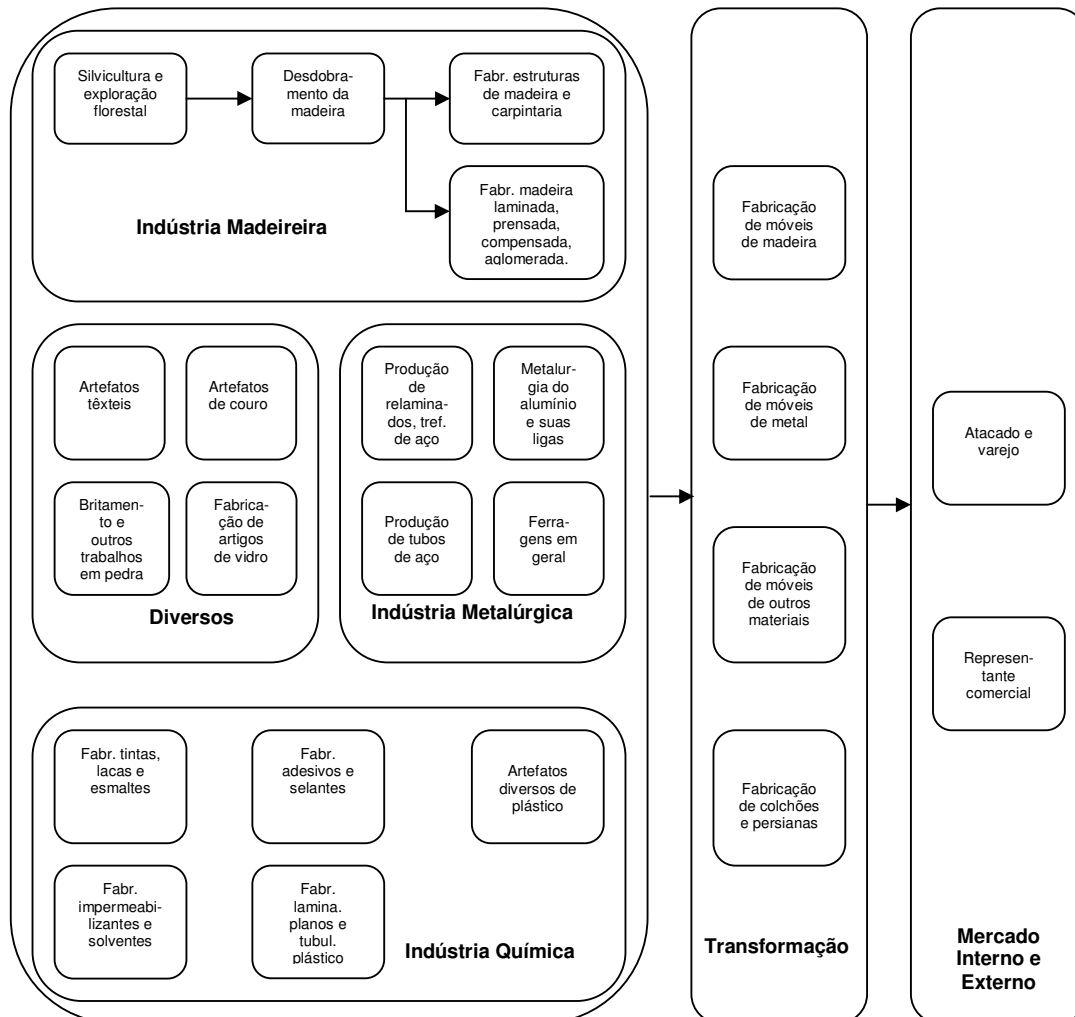


FIGURA 11 – Cadeia produtiva moveleira

FONTE – Adaptado do Instituto Euvaldo Lodi (2003)

seus processos produtivos – marcenaria, metalurgia, injeção, tapeçaria, acabamento e outros – são complexos, o qual, conjuntamente com a oferta de serviços tais como o projeto de instalação dos móveis, dificulta a presença de pequenas empresas.

O setor de móveis de escritório no Brasil está concentrado na Grande São Paulo, região que engloba aproximadamente 80% do mercado nacional desse segmento (COUTINHO *et al.*, 2001). Além de ser um setor exclusivo das médias e grandes empresas, possui alguma forma de vínculo com líderes mundiais fabricantes de móveis de escritório, quer seja por acordos formais, tais como *joint ventures*, ou por fornecimento de projetos por



parte das empresas estrangeiras; características que, de modo geral acompanham às grandes empresas nacionais do setor. Outras formas de vínculo existentes são: a nacionalização de antigas subsidiárias e a entrada de alguns fabricantes estrangeiros via aquisição de empresas nacionais.

### **3.2.1 Produto, processo e comercialização**

Segundo o estudo realizado por Coutinho *et al.* (*op cit.*), as grandes empresas de móveis de escritório fabricam uma linha completa de produtos, a qual pode ser chamada de *full line*, abrangendo: cadeiras, mesas, armários e divisórias. Já que o mercado demanda uma linha completa, o projeto de todos os produtos deve ser realizado de forma integrada, o qual implica um período de renovação da linha de pelo menos dois anos. O setor prioriza a importância da imagem do produto no mercado, o qual implica em priorizar a concorrência via diferenciação do produto no lugar de uma concorrência via preços.

O processo produtivo no setor caracteriza-se pela elevada verticalização (diferentes processos tecnológicos em uma mesma planta industrial), o qual resulta numa maior defasagem tecnológica (por exemplo, máquinas *obsoletas* e de última geração convivendo em uma mesma planta industrial), em particular nas etapas de metalurgia e tapeçaria. Os investimentos em maquinário novo destinam-se principalmente à aquisição de máquinas com controle numérico computarizado (CNC) utilizadas nas etapas de trabalho de marcenaria. Os investimentos em design são maiormente destinados a viagens e visitas a feiras no exterior, aquisição de equipamentos CAD, prototipagem e treinamento de pessoal especializado.

Uma das tendências do setor é a redução da utilização de madeira e o crescente emprego de materiais como metal, plástico e vidro entre outros. Assim mesmo, destaca-se a introdução do MDF como uma das principais inovações enquanto a materiais se refere, ao lado de novos revestimentos e acabamentos (por exemplo, lâminas recompostas de madeira renovável), compostos plásticos (PVC e nylon) e novas ligas de metal. Existe

ainda uma crescente preocupação e estímulo à utilização de chapas de madeiras reflorestáveis ou mesmo de materiais recicláveis devido às restrições ecológicas.

Ainda com Coutinho *et al.* (*op cit.*), no segmento de móveis para escritório existe uma relação muito próxima com os usuários finais, o qual implica na venda direta às empresas interessadas através de lojas próprias/*showrooms*, fato que ocorre com a mesma frequência que as vendas via representantes comerciais.

### 3.2.2 Design

Vários autores (GORINI, *op cit.*; COUTINHO *et al.*, *op cit.*; VENZKE, 2001) sustentam que a principal fonte que dá origem ao design de móveis no Brasil é a adaptação regional de modelos estrangeiros. No caso do setor de móveis de escritório, a principal fonte é a compra e adaptação de projetos estrangeiros, já que *a maioria das empresas deste segmento mantém vínculos estáveis com empresas líderes mundiais* (COUTINHO, *op cit.*). Empresas que não contam com esses vínculos esforçam-se no desenvolvimento interno do design, através da contratação de designers ou serviço externo de especialistas. A ergonomia (conforto/funcionalidade) é apontada como característica fundamental dos produtos de escritório já que existe uma necessidade de adaptar as condições de trabalho às condições humanas. Outro aspecto importante no projeto dos produtos de escritório é a facilidade de fabricação e montagem dos mesmos.

De modo geral, os aspectos que se destacam em matéria de inovação quando se trata do projeto de móveis são (GORINI, *op cit.*):

- A diminuição do uso de insumos (materiais e energéticos)
- A queda do número de partes e peças envolvidas em um determinado produto
- A redução do tempo de fabricação

Esses aspectos, além de contribuir para a inovação no design de móveis e para a diminuição de custos na produção dos mesmos, favorecem o desempenho ambiental dos produtos moveleiros. O design de móveis deve ir além do visual, incluindo aspectos

ecológicos entre outros, tal como aponta Gorini (*op cit.*): *Ou seja, design é mais que um avanço na estética, pois significa também o aumento da eficiência global na fabricação do produto, incluindo práticas que minimizem a agressão ao meio ambiente.*

### **3.3 Caracterização dos problemas ambientais associados com o ciclo de vida dos móveis**

Foi colocado anteriormente que para considerar aspectos ambientais durante o projeto do produto devem-se ter em mente os impactos ambientais ocasionados durante seu ciclo de vida. Esses impactos podem ser avaliados qualitativamente ou quantitativamente; em muitos casos, os impactos poderão ser previsíveis. Cada etapa do ciclo de vida do produto apresenta contribuições que resultarão no aumento ou diminuição dos impactos ambientais. Nesse sentido, a seguir são apresentados características e problemas ambientais associados com a produção de móveis de escritório em cada etapa do ciclo de vida: aquisição dos materiais, manufatura, transporte, uso e descarte. O tratamento desses aspectos por meio do design pode ser realizado aplicando estratégias de ecodesign, que serão descritas posteriormente.

#### **3.3.1 Aquisição dos materiais**

Coutinho *et al.* (*op cit.*) explica que as madeiras, os metais e os plásticos estão entre os materiais principais utilizados na fabricação de móveis de escritório. No caso da madeira, esta está representada maiormente pelos painéis de MDF e aglomerado, os quais no Brasil, segundo a Abimóvel (2005), são produzidos totalmente a partir de madeiras provenientes de florestas plantadas: pinus e eucalipto. Estas madeiras estão adquirindo, devido a restrições ambientais, cada vez mais espaço no mercado nacional e internacional, o qual pode ser observado através da crescente área de florestas plantadas<sup>33</sup>. As madeiras nativas de lei parecem ter perdido sua vantagem competitiva internacional, uma vez que empresas que outrora exportavam, agora basicamente

---

<sup>33</sup> Nesse sentido, o Brasil atualmente possui uma importante vantagem competitiva na produção de pinus e eucalipto, principalmente devido a: (1) clima adequado, que outorga um rápido crescimento das florestas plantadas (entre 12 e 14 anos, sendo que em climas não tropicais o período médio de corte é de 50 anos), (2) tecnologia florestal dominada e (3) extensas áreas disponíveis (GORINI, *op cit.*).

destinam sua produção para o mercado interno (GORINI, *op cit.*). Com base em dados da Abimóvel (*op cit.*), o consumo atual interno de aglomerado e MDF cresce em média no Brasil 2% e 37.5% ao ano respectivamente<sup>34</sup>. Isso indica uma importante demanda por madeiras provenientes de florestas plantadas o qual, desde um ponto de vista ambiental, tem um saldo positivo já que favorece a não exploração de madeiras nativas, uma vez que estas, conforme Pereira (2003), *se renovam de forma mais lenta, como é o caso da maioria das árvores tropicais nativas do Brasil*. No entanto, o estudo realizado por Venzke (*op cit.*) indica que várias madeiras ameaçadas do fim de suas reservas, devido à exploração exaustiva, continuam sendo utilizadas por muitas empresas. Dentre essas madeiras estão o pau-marfim, mogno (cujo corte já foi proibido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA), imbuia e louro (SOUZA<sup>35</sup> *apud* VENZKE, *op cit.*). Ainda com a Abimóvel (*op cit.*), com a adoção de práticas de manejo, poder-se-ia atender a demanda interna por madeira, de forma sustentável, utilizando-se apenas de um pequeno percentual das áreas com potencial de cultivo. Nesse sentido, o selo de manejo florestal credenciado pela Forest Stewardship Council – FSC (no Brasil, Conselho Brasileiro de Manejo Florestal) diz respeito à garantia de que a matéria-prima florestal provém de florestas manejadas com critérios não-predatórios. Segundo Marques (2006) e Pereira (s.d.), existe um número considerável de empresas e grupos de empresas no Brasil e no mundo que exigem esse selo, os quais vão recebendo cada vez mais adeptos<sup>36</sup>. No entanto, referindo-nos à madeira proveniente da Amazônia, Coutinho (2005) explica que das 3000 madeireiras que atuam nessa região, somente quinze (0.5%) possuem certificação FSC e aproximadamente 600 (20%), incluindo as anteriores, respeitam as leis ambientais e trabalhistas do país. Um agravante dessa situação é o fato de que, surpreendentemente, as madeireiras que possuem selo FSC, que são empresas que deveriam ter atenção especial do governo, são as mais penalizadas.

---

<sup>34</sup> O cálculo foi realizado com base nos períodos compreendidos entre 2000 e 2003.

<sup>35</sup> SOUZA, M. H. de. *Incentivo ao uso de novas madeiras para a fabricação de móveis*. 2ed. Brasília: IBAMA, 1998.

<sup>36</sup> No Brasil, o Grupo de Compradores de Produtos Florestais Certificados, conta atualmente com 64 empresas associadas comprometidas, de forma voluntária, com a exigência da certificação das unidades de manejo florestal dos seus fornecedores (AMIGOS DA TERRA, s.d.).

O uso de MDF e chapas de aglomerado no design de móveis pode ser especificado de acordo com seus impactos ambientais. A este respeito, um estudo realizado por Hamza (2005), no qual foi feita uma avaliação do ciclo de vida aplicada a chapas e laminados usados na indústria moveleira, revela que as chapas de aglomerado têm um melhor desempenho ambiental (72% de melhoramento) em comparação com as de MDF, assim mesmo, os laminados de baixa densidade são preferíveis em comparação com os de alta densidade (36% de melhoramento).

Outro aspecto ambiental importante a respeito do uso de madeiras na fabricação de móveis a partir de chapas de aglomerado e MDF é o conteúdo reciclado das mesmas. A este respeito, vários países industrializados, liderados pela Alemanha e Itália, produzem painéis de aglomerado e MDF utilizando resíduos de madeira provenientes da construção civil, indústria e consumo doméstico (UEA, s.d.); observam-se práticas similares na América do Norte. No entanto, ainda falta muito caminho por percorrer: segundo a mesma fonte, estima-se que somente 10% dos resíduos de madeira são reciclados pelas indústrias de transformação da madeira na Europa; a maior parte desses resíduos é incinerada ou disposta em aterros. Já no Brasil, segundo Gorini (*op cit.*), as chapas de aglomerado são produzidas exclusivamente com extratos de madeira virgem. Há restrições importantes que impedem a reciclagem de madeira para a fabricação de painéis de aglomerado e MDF. Segundo o estudo realizado por Venzke (*op cit.*) a reciclagem não é economicamente viável no Brasil por causa da distância física entre as empresas que geram resíduos e as empresas fabricantes de painéis. Outras restrições são: falta de economias de escala, que resulta pela predominância de pequenas e médias empresas no setor moveleiro; número limitado de empresas fabricantes de painéis; e conteúdo de materiais não favoráveis à reciclagem (BFM, 2003). Tanto chapas de aglomerado quanto de MDF, ambas podem ser produzidas 100% a partir de rejeitos de madeira e, segundo Smith<sup>37</sup> (*apud* EDO, NADAL & ROMERO, s.d.) com a mesma qualidade que aquelas fabricadas a partir de fibras virgens.

---

<sup>37</sup> SMITH, D. C. Utilization of urban wood in the manufacture of particleboard and MDF. USE OF RECYCLED WOOD AND PAPER IN BUILDING APPLICATIONS CONFERENCE, 1996.

Poder-se-ia dizer que, depois da madeira, os metais são o segundo tipo de material mais usado na fabricação de móveis de escritório. Geralmente peças com formas delicadas, tais como colunas e perfis, são de alumínio, e partes menos trabalhadas tais como peças estruturais e ferragens são de aço. Os metais, ao contrário da madeira, são materiais que demandam consideráveis quantidades de energia para sua produção, isso contribui em grande medida no impacto ambiental ocasionado pelos móveis na etapa de aquisição dos materiais. O estudo realizado por Edo, Nadal & Romero (*op cit.*), sugere que os impactos ambientais maiores na fabricação de móveis de escritório<sup>38</sup> provêm da utilização de aço e alumínio na produção dos mesmos. É necessário que a utilização desses materiais seja feita com conteúdos reciclados. Segundo dados de um estudo realizado por Lima (2003), a reciclagem de alumínio e aço vem-se constituindo em agente importante para o retorno de resíduos metálicos à cadeia produtiva no Brasil. No caso do alumínio, cinco quilos de bauxita (minério do alumínio) são poupados com a reciclagem de cada quilo desse metal, assim mesmo, obtém-se uma economia de 95% de energia na produção de alumínio reciclado quando comparado com aquele proveniente de materiais primários. O alumínio pode ser reciclado a partir de sucata ou outros resíduos tais como latas. Neste último caso, o Brasil já é o líder mundial em reciclagem de latas de alumínio. O aço também pode ser reciclado a partir de sucata resultando em importantes vantagens: pode ser reciclado ao 100%, obtém-se aço com as mesmas características que aquele produzido a partir de minério de ferro, pode ser reciclado infinitas vezes e o processo de reciclagem é de baixo custo e alta eficiência.

Referindo-nos ao uso de plásticos na fabricação de móveis, um dos aspectos que causam problemas ambientais é sua proveniência a partir de matérias primas não renováveis, o qual implica na necessidade de substituição ou reciclagem desses materiais. No segundo caso, é essencial que os símbolos de reciclagem sejam especificados no projeto das peças de plástico, usando as correspondentes numerações e abreviaturas (IPT<sup>39</sup> *apud* LIMA, *op cit.*):

---

<sup>38</sup> O estudo compara duas mesas de escritório fabricadas a partir de chapas de aglomerado, aço, alumínio e plásticos, entre outros.

<sup>39</sup> INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Lixo municipal: manual de gerenciamento de lixo*. 3ed. São Paulo, 2000. 370 p.

- 1 PET (politereftato de etileno)
- 2 PEAD (polietileno de alta densidade)
- 3 PVC (policloreto de baixa densidade)
- 4 PEBD (polietileno de baixa densidade)
- 5 PP (polipropileno)
- 6 PS (poliestireno)
- 7 Outros

Os plásticos, a diferença dos outros materiais citados acima, ocorrem atualmente em centos de tipos diferentes e são produzidos em milhares de categorias para diferentes aplicações (LEWIS & GERTSAKIS, *op cit.*), por tanto, é muito importante considerar os impactos ambientais desses materiais durante a etapa da sua especificação. Segundo a Pré Consultants (2000), o impacto ambiental, medido em mPt<sup>40</sup> (milipontos), da produção granulada de alguns dos plásticos mais comuns são (TAB. 2):

TABELA 2  
Indicadores ambientais de alguns tipos de plásticos

Tipo de plástico	Indicador (mPt/kg)
PET	380
PEAD	330
PVC (rígido)	270
PEBD	360
PP	330
PS (alto impacto)	360

FONTE – Pré Consultants (2000)

### 3.3.2 Produção dos móveis

O processo de fabricação de móveis de escritório não é em si um processo de transformação de matérias primas em produtos finais; o mobiliário é manufaturado praticamente a partir de materiais *já prontos* fornecidos por terceiros. Essa característica, segundo Gorini (*op cit.*), é uma tendência que aumenta no setor devido às

<sup>40</sup> 1 Pt representa o total de carga ambiental anual na Europa dividida pelo número de habitantes e multiplicada por mil; 1 Pt = 1000mPt (PRé Consultants., *op cit.*).

demandas de um mercado corporativo cada vez mais exigente. As companhias usuárias demandam das empresas fabricantes a linha completa de produtos para escritório, o que implica aumento da terceirização da produção, especialmente de estruturas metálicas e peças plásticas. Isso resulta na concentração dos impactos ambientais maiores, dentro da cadeia moveleira, em etapas produtivas detidas pelos fornecedores desses materiais. Por esses motivos, é de se esperar que os impactos ambientais durante a produção de móveis de escritório estejam concentrados principalmente naqueles processos relacionados com a pintura, fixação e acabamento dos mesmos, onde existe manejo de substâncias químicas. Segundo Lewis & Gertsakis (*op cit.*), durante a etapa de manufatura, o maior problema é o impacto ambiental ocasionado por substâncias perigosas usadas no pré-tratamento dos componentes de metal antes de serem submetidos ao processo de pintura em pó. O desempenho ambiental de distintos tipos de processos que podem ser utilizados no trabalho dos móveis indica qual é a opção adequada para promover menores impactos ambientais. Por exemplo, referindo-nos aos processos de pintura dos metais, as tintas a base de água são preferíveis em comparação com as tintas a base de solventes, assim mesmo, estas últimas são menos preferíveis em comparação com as tintas em pó as quais geram quantidades reduzidas de tinta não aproveitada. E no caso da pintura com tintas em pó, o processo de cura por raios ultravioleta (UV) é preferível em comparação com processo de cura térmica (LAVÉR, s.d.). No caso dos processos de pintura das madeiras, os que utilizam cortina de água são preferíveis quando comparados com os processos em seco (VAAJASAARI *et al.*, 2003). Laver (*op cit.*), também indica que o processo de pintura em pó curável por UV está sendo planejado para futuramente ser aplicável a painéis de MDF e similares, o qual resultaria em maiores vantagens ambientais e econômicas para a indústria moveleira. Outros aspectos ambientais durante a fabricação dos móveis dizem respeito ao consumo de energia e geração de resíduos tais como retalhos, cavacos e pó, além da poluição acústica provocada pelo maquinário. Esses aspectos, segundo Edo, Nadal & Romero (*op cit.*) são os que geram os impactos ambientais maiores durante a fabricação dos móveis.

Segundo Schneider *et al.* (2003), os resíduos de pintura são os que apresentam maior problema de gerenciamento e descarte na indústria moveleira, sendo este problema agravado pela geração de borras de tinta e descarte dos resíduos de embalagens das



tintas<sup>41</sup>. Esse estudo também mostra que a maioria dos resíduos de madeira é vendida para utilização de terceiros, sendo a queima dos mesmos sem aproveitamento a segunda opção. Segundo Venzke (*op cit.*) a queima dos resíduos de madeira, com aproveitamento energético, é a opção mais utilizada pelas empresas pesquisadas<sup>42</sup>, seguida pelas opções de disposição em aterros, reciclagem externa e reciclagem interna. Os dados de destino dos resíduos são muito importantes para identificar prioridades na determinação de medidas de mitigação dos impactos ambientais, no entanto, Schneider (*op cit.*) explica que não há uma estimativa oficial e atualizada a nível nacional sobre o volume de resíduos gerados pelas empresas moveleiras.

### 3.3.3 Transporte

Pode-se afirmar que os problemas ambientais principais durante a fase de distribuição do mobiliário de escritório estão associados ao o gasto de combustíveis e às emissões ocasionadas pelo consumo dos mesmos nos meios de transporte. Para atender esses problemas, o objetivo geral seria racionalizar ou reduzir o número de viagens de transporte o qual pode ser realizado em parte, além de outros meios tais como a administração adequada do sistema logístico, através do projeto dos móveis.

### 3.3.4 Uso

Uma das particularidades dos produtos moveleiros é o fato de não serem grandes geradores de impactos ambientais na fase de uso em comparação com outros produtos, especialmente no que tange ao consumo direto de energia e materiais para o desempenho da sua função. No entanto, podemos identificar três áreas que merecem atenção: (1) os impactos ambientais gerados durante a limpeza dos móveis, devido ao uso de detergentes e outros produtos químicos, (2) as emissões provocadas a partir de substâncias químicas inseridas durante a produção do mobiliário e (3) o descarte precoce dos móveis, mesmo muito antes da sua obsolescência.

---

<sup>41</sup> O estudo foi realizado a partir de um diagnóstico ambiental em 26 empresas moveleiras de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul.

<sup>42</sup> O estudo foi realizado junto a 27 empresas moveleiras de Bento Gonçalves.

Falando das emissões provocadas durante o uso do mobiliário, atualmente existe crescente preocupação a respeito dos perigos à saúde humana associados com a liberação de químicos inseridos nos móveis, tais como formaldeído, dióxido de nitrogênio, colofluorocarbonos (CFCs) e componentes orgânicos voláteis (VOCs) (LEWIS & GERTSAKIS, *op cit.*). Essas substâncias afetam a qualidade do ar nos interiores o qual contribui para o distúrbio conhecido como *síndrome do prédio doente* (VERKUIJL, TISCHNER & NICKEL, 2004), provável causa de perdas importantes na saúde e produtividade dos empregados. O formaldeído, substância presente em adesivos e em resinas utilizadas na produção de chapas de aglomerado e MDF, é um agente suspeito de ser carcinogênico no ser humano (MENDES, 2003). A prevenção desses aspectos competem tanto à indústria de transformação da madeira quanto à indústria de móveis.

### **3.3.5 Descarte**

Uma vez que os móveis são inutilizados, existem três caminhos principais de disposição do mobiliário: incineração, disposição em aterros e reciclagem. Segundo dados da UEA (*op cit.*), em média, a maioria dos resíduos provenientes do mobiliário são destinados a aterros, sendo que as proporções variam de país para país. A mesma fonte indica que o aterro de móveis, especialmente de madeira, não tem impactos ambientais negativos, aliás, o aterro de madeiras poderia inclusive ser considerado como um ativo ambiental, já que a madeira contida debaixo da terra concentra grandes quantidades de carbono o qual favoreceria a diminuição do efeito estufa. Em contrapartida, segundo a BFM (*op cit.*), a disposição de resíduos biodegradáveis (tais como a madeira) em aterros gera metano e dióxido de carbono, contribuidores significantes ao aquecimento global.

A incineração tem como objetivo principal reduzir o volume de lixo: uma tonelada pode ser reduzida a 300 kg. de cinzas que podem ser destinadas a aterros ou recicladas na construção civil (UEA, *op cit.*). Uma outra opção é a incineração com fins energéticos mediante plantas de incineração (reciclagem termal) o qual se constitui em um substituto potencial do uso de combustíveis tais como o carvão. A incineração dos resíduos de madeira também pode ser usada para gerar energia elétrica com potências

que oscilam entre 0.4 a 3MW, empregando de 70 a 600 kg de resíduos por hora respectivamente<sup>43</sup> (BFM, *op cit.*). Segundo a mesma fonte, além da fabricação de painéis a partir de resíduos provenientes do descarte de móveis entre outros, existem várias outras opções de reciclagem dos resíduos de madeira, sendo que a maioria delas depende em grande parte da obtenção de resíduos *frescos* a partir dos próprios fabricantes de móveis.

Um agravante da geração de desperdício na indústria de móveis de escritório é a renovação constante de mobiliário em empresas amplamente influenciadas por razões estéticas (BESCH, *op cit.*; UEA, *op cit.*; LEWIS & GERTSAKIS, *op cit.*), o qual implica maior consumo de matérias primas e o correspondente descarte do mobiliário inutilizado. Tanto a re-configuração e/ou renovação dos escritórios assim como a procura por novas cores, tecidos e modelos levam ao descarte precoce do mobiliário de escritório.

### **3.4 Estratégias de ecodesign aplicáveis ao projeto de móveis de escritório**

Lewis & Gertsakis (*op cit.*) sugerem que os impactos ambientais mais significativos provenientes do ciclo de vida do mobiliário estão concentrados nas etapas de manufatura e descarte. Na etapa de manufatura, os principais problemas estão associados com a toxicidade e periculosidade das substâncias utilizadas nos processos de pintura. Na etapa de descarte o principal problema está concentrado na geração crescente de desperdício, fruto da contínua substituição *desnecessária* do mobiliário de escritório devido à montagem de novos ambientes ou à re-configuração dos mesmos; o mobiliário é substituído, em muitos casos, muito antes do final da sua vida útil. Os autores apresentam estratégias de ecodesign, para atender estes e outros problemas, agrupadas em duas áreas principais: a área relacionada especificamente ao produto e a área concernente ao sistema-produto. O QUADRO 3 mostra as áreas do ciclo de vida que apresentam maiores problemas e suas respectivas estratégias. A lista detalhada das estratégias sugeridas por esses autores é apresentada no ANEXO B, e pode ser usada

---

<sup>43</sup> Khalfi *et al.* (2004), mostram que quanto mais densos os resíduos de madeira, maior é o calor gerado durante a incineração.

Etapas do ciclo de vida	Estratégias de ecodesign	
	Produto	Sistema-produto
Manufatura	Reduzir o número de componentes e montagens Eliminar e minimizar retalhos, subprodutos e outras perdas de materiais Minimizar os tipos ou diversidade de materiais Integrar funções e simplificar montagens Selecionar materiais de baixo impacto ambiental Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes Eliminar o uso de pinturas e acabamentos com conteúdo de metais	–
Descarte	Design para Durabilidade Design Reuso e Re-manufatura Design para Desmontagem Design para Reciclagem Design para descarte seguro	Oferecer garantia Oferecer serviços (manutenção, reparo, restauração, atualização) Implementar sistema de recolha do produto

QUADRO 3 – Estratégias de ecodesign para móveis

FONTE – Adaptado de Lewis &amp; Gertsakis (2001)

como lista de checagem para atender aspectos ambientais no design de mobiliário em geral.

As estratégias de ecodesign específicas do produto estão divididas de acordo com as etapas do ciclo de vida que se pretendem atender. As estratégias a serem tomadas durante a seleção dos materiais estão estreitamente relacionadas com estratégias a serem empregadas em outras etapas do ciclo de vida. Por exemplo, considerar a seleção de materiais sem tomar em conta a desmontagem e reciclagem pode resultar em problemas ambientais inesperados. Igualmente, o design para desmontagem torna viáveis outras estratégias tais como a separação e reciclagem dos materiais. Os autores não apresentam estratégias específicas para a etapa de transporte, mas, pode-se perceber que estratégias tais como a redução da quantidade de materiais e o design para desmontagem podem, ao mesmo tempo, reduzir os impactos ambientais provenientes da etapa de transporte.

Ainda com Lewis & Gertsakis (*op cit.*), a consideração dos aspectos ambientais relativos ao produto necessariamente deve ser complementada com estratégias relativas ao sistema-produto, tais como a oferta de serviços de manutenção e a recuperação dos móveis para posterior remanejamento por parte da empresa. Segundo as palavras dos

próprios autores: *produtos ‘verdes’ precisam de sistemas ‘verdes’*. Nesse sentido, pode-se observar que várias empresas líderes mundiais na fabricação de móveis empregam estratégias de coleta do mobiliário no final do seu ciclo de vida e restauram ou reaproveitam os mesmos para a produção de novas gerações de móveis. É o caso de duas das maiores empresas fabricantes de móveis nos Estados Unidos<sup>44</sup>, que formaram subsidiárias exclusivamente destinadas à recuperação e re-manufatura do mobiliário. A estratégia utilizada por essas empresas é a re-compra de móveis usados pelos clientes, cujas partes são combinadas com peças novas para a re-fabricação dos móveis. Assim, além de frear a geração de desperdício, essa iniciativa possibilita baixar os custos de matérias primas de tal forma que os sistemas resultantes possam ser oferecidos a preços mais baixos.

É importante ressaltar que estratégias tais como a recuperação de mobiliário usado e posterior restauração ou re-manufatura dos mesmos são iniciativas, por enquanto, voluntárias por parte das empresas. Tanto na Europa quanto nos Estados Unidos, regiões onde atualmente se encontram os maiores produtores mundiais de móveis, ainda não existe uma estrutura legislativa que garanta a recolha efetiva do mobiliário por parte dos fabricantes. O futuro próximo tampouco parece ser muito promissor. O estudo realizado por Besch (*op cit.*) revela que na Europa, sob as atuais condições legislativas, os produtores de mobiliário de escritório não precisam realizar atividades de recolha dos seus produtos. Estas iniciativas, como explicado anteriormente, são realizadas voluntariamente pelas empresas maiores: na Europa existem atualmente só duas grandes empresas fabricantes de móveis de escritório que voluntariamente combinam o ecodesign com atividades de recolha e recuperação dos seus produtos. O estudo de Besch (*op cit.*) também indica que não se espera em um futuro imediato a implementação de leis de Responsabilidade Estendida do Produtor na indústria de móveis, o qual possibilitaria um comprometimento de coleta e administração do mobiliário por parte dos fabricantes. Atualmente, a maior parte do mobiliário descartado está sendo incinerado ou disposto em aterros (em média, 80-90%), o que, nas atuais condições, parece ser mais viável economicamente (UEA, *op cit.*).

---

<sup>44</sup> As fabricantes de móveis Herman Miller e Steelcase empregam estratégias de coleta de móveis usados pelos seus clientes para a posterior re-manufatura dos mesmos (LEWIS & GERTSAKIS, 2001).

Ainda com Besch (*op cit.*), os impactos ambientais mais significativos provenientes do mobiliário de escritório ao longo do seu ciclo de vida são aqueles ocasionados durante a aquisição das matérias primas e o descarte do mobiliário inutilizado. Esse estudo sugere duas estratégias principais para lidar com esses impactos. A primeira estratégia é projetar o mobiliário de escritório de forma a torná-lo mais apropriado para a reciclagem dos materiais. A segunda estratégia é *decrecer* o consumo de mobiliário de escritório, por exemplo, prolongando o seu ciclo de vida.

A estratégia de facilitar a reciclagem consiste em projetar os móveis para que sejam facilmente desmontados (BESCH, *op cit.*). Um empecilho para o sucesso dessa estratégia são os custos da reciclagem: a seleção e desmontagem do mobiliário inutilizado conjuntamente com os custos de transporte resultam muito onerosos; nas atuais condições, o custo da reciclagem provavelmente ultrapasse o benefício esperado. A lucratividade dessa estratégia depende fortemente do volume do mobiliário: quanto maior o número de móveis transportados e desmontados ao mesmo tempo, maior será a lucratividade desse processo (WITTE<sup>45</sup> *apud* BESCH *op cit.*).

A estratégia de prolongar o ciclo de vida dos móveis pode ser realizada de várias formas, por exemplo: projetar o mobiliário para que seja mais durável, oferecer serviços de manutenção, reutilizar partes dos móveis, re-manufaturar mobiliário usado e alugar ou arrendar os móveis (oferecendo um sistema produto-serviço) por parte do produtor. Projetar os móveis para que sejam mais duráveis (Design para Durabilidade) significa, por exemplo, empregar medidas para aumentar a resistência dos mesmos, medida que de certa forma não combina com a constante renovação mobiliária observada nas empresas corporativas. O oferecimento de serviços de manutenção e reparo dos móveis de forma paralela à venda dos mesmos parece ser uma estratégia mais viável que, além de prolongar a vida dos móveis, pode trazer benefícios adicionais à empresa. Esta estratégia é freqüentemente incluída no portfolio de fabricantes e representantes comerciais. Reusar partes dos móveis significa voltar a utilizar peças duráveis tais como pilares e perfis de metal assim como estruturas de suporte na fabricação de novos móveis. Segundo Witte (*op cit.*) esta estratégia poderia economizar mais de 35% nos

---

<sup>45</sup> WITTE, K. *Büromöbel für die Zukunft: wandlungsfähig – langlebig – kreislauffähig*. [Móveis de escritório para o futuro: versáteis – duráveis – recicláveis]. Aachen: Shaker Verlag, 2000.

custos de fabricação. O autor sugeriu um modelo que consiste em que o fabricante faz um contrato com o cliente, no qual a oferta de serviços de manutenção e reparo assim como a liberação de partes usadas pelo cliente para a efetiva recolha dos mesmos são garantidas. Um dos problemas associados com esta iniciativa é o desenvolvimento de um sistema de recolha que mantenha um fluxo constante de peças para a empresa. Re-manufaturar mobiliário usado consiste em processar novamente partes e peças de móveis utilizados, com o objetivo de colocar essas peças em estado de novo. Esta estratégia resultaria numa importante redução de custos de fabricação, já que a maior parte dos custos associados com a manufatura de móveis são os custos de matéria prima (WITTE, *op cit.*). O problema dessa estratégia é, além dos problemas de recolha, a abertura de um mercado de móveis com características que estejam de acordo com a compra ativa de móveis re-manufaturados. A estratégia de oferecer um sistema produto-serviço<sup>46</sup> por parte do produtor é, segundo Besch (*op cit.*), uma outra opção que pode solucionar o problema principal da estratégia de prolongar o ciclo de vida dos móveis – problema que consiste em que fabricar móveis com um ciclo de vida mais longo contraria o objetivo geral de toda empresa com fins lucrativos: vender a maior quantidade de produtos possível; em efeito, prolongar a fase de uso dos móveis significaria uma redução na quantidade de produtos vendidos. A estratégia citada por Besch (*op cit.*) sugere que o fabricante de móveis de escritório alugue seus produtos no lugar de vendê-los; o serviço incluiria manutenção, reparo e melhoramentos. No final do período de serviço, o cliente devolve o mobiliário e recebe móveis re-manufaturados se quiser continuar com o contrato do serviço. Os representantes comerciais, empresas que comumente atuam em parceria com os fabricantes de móveis, poderiam continuar sendo mediadores entre o cliente e o produtor. Essa estratégia possibilitaria uma constante preocupação do fabricante em manter e prolongar a vida dos móveis, além de garantir a re-utilização e re-manufatura dos mesmos. Os problemas encontrados por Besch (*op cit.*) para a aplicação desta estratégia consistem nos custos de recolha dos móveis, no

---

<sup>46</sup> Um sistema produto-serviço é aquele que trata de completar ou substituir os modelos de negócios tradicionais por meio de serviços oferecidos através do produto. Os serviços podem ser orientados ao produto ou ao uso. O primeiro caso envolve um serviço adicional oferecido em combinação com o produto para melhorar o tempo de vida ou utilidade do mesmo; por exemplo, manutenção e reparo. Um serviço orientado ao uso existe quando o produto, na verdade, é propriedade do provedor do serviço, o qual vende a função do produto aos usuários; aqui, o uso do produto é intensificado através, por exemplo, do aluguel, arrendamento ou *leasing* (BESCH, *op cit.*).

alto risco de implementação da estratégia e na falta de mercado para este tipo de iniciativa. O QUADRO 4 mostra as estratégias de ecodesign citadas por Besch (*op cit.*)

Etapas do ciclo de vida	Estratégias de ecodesign	
	Estratégias genéricas	Estratégias específicas
Aquisição dos materiais, descarte do mobiliário	Design para Durabilidade	Aumentar resistência dos móveis
	Serviços de manutenção e reparo	Oferecer serviços de manutenção e reparo paralelos às vendas
	Reutilizar partes/peças	Reutilizar colunas e perfis de metal, estruturas de suporte, etc.
	Re-manufatura	Re-processar para possibilitar mais períodos de uso
	Alugar ou arrendar (Oferecer sistema produto-serviço)	Alugar/arrendar os móveis em lugar de vendê-los Incluir serviços de manutenção, reparo e melhoramento Incluir sistema de recolha após o período de arrendamento
Descarte	Design para Reciclagem	Facilitar desmontagem Facilitar separação dos materiais

QUADRO 4 – Estratégias de ecodesign para móveis de escritório

FONTE – Besch (2005)

A UEA (*op cit.*) propõe algumas soluções para atender os problemas ambientais concentrados no final do ciclo de vida dos móveis. Essas estratégias estão agrupadas em dois níveis: (1) redução na fonte e (2) reciclagem dos materiais.

Redução na fonte significa qualquer mudança no design, manufatura, compra ou uso dos materiais ou produtos de forma a reduzir o teor de toxicidade dos resíduos. Essa estratégia pode ser implementada através de três medidas: redução na fonte através do re-design, modificação de hábitos para reduzir o uso de materiais e, reuso de produtos e embalagens. A redução na fonte através do re-design pode incluir a substituição de materiais e a extensão da vida dos produtos. Substituir materiais significa, por exemplo, trocar materiais pesados tais como vidro e aço por materiais mais leves tais como alumínio e plástico, assim mesmo, os produtos podem ser re-projetados de forma a reduzir o volume dos mesmos. Os materiais tóxicos podem ser trocados por materiais menos tóxicos e assim por diante. Estender a vida do produto possibilita o adiamento da sua disposição final; a responsabilidade desta medida recai em parte no produtor (por



exemplo, projetar móveis de longa durabilidade e fácil manutenção) e em parte no consumidor (por exemplo, demandar móveis com essas características e estar disposto a pagar um pouco mais pelo valor agregado ao produto). A modificação de hábitos para reduzir o consumo de materiais pode ser realizada de várias formas, por exemplo: clientes podem comprar mobiliário de *uma vez só* para gerarem ganhos tais como a redução de consumo de energia no transporte e otimização do uso de embalagens; as empresas podem pensar na implementação de sistemas de recolha para reuso e re-manufatura dos produtos, etc. Reusar produtos e embalagens consiste, no caso dos móveis, possibilitar uma segunda, terceira ou mais fases de utilização após o período de uso regular do produto. Os móveis bem podem ser re-vendidos, doados, leiloados, etc. A durabilidade e os serviços de manutenção dos móveis desempenham aqui um papel importante.

Para a UEA (*op cit.*) reciclagem de móveis significa que, quando descartados, estes *possam ser facilmente desmontados e que partes possam ser reusadas, materiais possam ser reciclados em novos materiais ou explorados com propósitos energéticos*. Para isso, durante o projeto e produção deve-se garantir a separação e identificação dos materiais através do design para desmontagem e a devida marcação dos materiais respectivamente. O problema de reciclagem e da prevenção do desperdício não poder ser solucionado só pelos fabricantes, também depende dos consumidores e das autoridades locais. As estratégias propostas pela UEA (*op cit.*) estão agrupadas no QUADRO 5:

Estratégias genéricas	Estratégias específicas	
Redução na fonte	Re-design	Substituição de materiais Extensão da vida dos produtos
	Modificação de hábitos para reduzir o uso de materiais	Iniciativas do produtor Iniciativas do consumidor
	Reuso de produtos e embalagens	Possibilitar períodos de uso posteriores
Reciclagem dos materiais	Design para Desmontagem	Facilitar desmontagem
	Design para Reciclagem	Facilitar separação dos materiais Marcação

QUADRO 5 – Estratégias para mitigar os resíduos provenientes do descarte de móveis

FONTE – UEA (s.d.)

## IV METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo tem por objetivo descrever a estrutura metodológica utilizada para abordar a problemática tratada na dissertação assim como os instrumentos empregados durante o desenvolvimento da mesma. Descrevem-se os motivos que levaram à adoção do estudo de caso como estratégia de pesquisa e como sucederam as etapas da sua implementação.

### 4.1 Estratégia de pesquisa

Segundo Yin (2001) o estudo de caso *é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é evidente e onde múltiplas fontes de evidências são utilizadas.*

Há motivos importantes que foram decisivos para a adoção do estudo de caso como estratégia de pesquisa. Entre eles cabe ressaltar o fato de que a atividade de considerar aspectos ambientais de forma sistemática durante o projeto do produto é um conceito ainda novo no Brasil (COSTA & GOUVINHAS, 2003) assim como nos países da região (LENTZ, 2001; EKVALL, 2005), o qual exige a implementação de estratégias de pesquisa que não dependam em grande medida da trajetória percorrida desde a introdução do ecodesign no cenário nacional, quer seja no âmbito acadêmico ou prático. Assim mesmo, para sustentar o desenvolvimento e proposta de métodos ou, no caso, hipóteses é preciso aplicar estratégias preferentemente de cunho exploratório (YIN, *op cit.*; SILVA & MENEZES, 2001), para o qual, o estudo de caso mostra-se indicado. Esses aspectos, conjuntamente com as características e entorno do problema abordado contribuíram para a identificação da estratégia a ser empregada na implementação do estudo.

Yin (*op cit.*) define cinco estratégias de pesquisa principais em ciências sociais: experimentos, levantamentos, análise de arquivos, pesquisas históricas e estudos de

caso. Cada uma dessas estratégias pode ser usada com motivos exploratórios, descritivos ou explanatórios. Para a escolha do tipo de estratégia, existem condições que devem ser consideradas: o tipo de questão de pesquisa proposto, a extensão de controle que o pesquisador tem sobre os eventos e a contemporaneidade ou não dos acontecimentos foco do estudo. Recomenda-se a aplicação de estudo de caso como estratégia de pesquisa quando: o problema recai principalmente em questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem controle reduzido sobre os eventos, e quando o fenômeno estudado possui um contexto real contemporâneo.

Por outro lado, Yin (*op cit.*) também indica que quando o tipo de questão se refere ao “o que” de algum fenômeno, surgem duas possibilidades. Primeiro, pode ser que a questão “o que” seja de caráter exploratório; sucede quando a pesquisa tem como objetivo desenvolver hipóteses e proposições adicionais. Segundo, a questão “o que” é, na verdade, uma quantificação da forma “quanto” ou “quantos” ou, no caso, “qual” ou “quais”. No primeiro caso, o autor recomenda utilizar quaisquer das cinco estratégias citadas anteriormente. No segundo caso, é recomendável utilizar a estratégia de levantamento de dados ou de análise de arquivos.

Retomando as questões colocadas na apresentação do problema abordado na dissertação, persegue-se procurar evidências que ofereçam bases para desenvolver um método de ecodesign. Trata-se, por tanto, de questões do tipo “o que” de caráter exploratório, para o qual se escolheu a pesquisa em uma indústria de móveis de escritório como meio para abordá-las.

## **4.2 Base teórica**

Para sustentar a pesquisa a partir de um contexto teórico, a revisão de literatura realizada sucedeu em duas etapas: (1) levantamento bibliográfico referente a temas e elementos gerais sobre ecodesign e gestão do ecodesign e (2) revisão de literatura específica referente ao ramo de móveis, particularmente aspectos ambientais envolvidos com o desenvolvimento de móveis de escritório.

A primeira fase da revisão bibliográfica foi realizada durante os três primeiros semestres a partir do início do mestrado. A segunda etapa da revisão foi feita de forma paralela à implementação do estudo de caso, no último semestre do curso e durante o início do semestre seguinte.

### **4.3 Implementação do estudo de caso**

A unidade de análise para a condução do estudo de caso foi selecionada a partir da necessidade de estudo de uma empresa que atendesse requisitos afins com a base teórica adquirida. A bibliografia consultada reúne métodos e técnicas de ecodesign associados, na sua maioria, com produtos do ramo eletrônico e eletro-eletrônico, embalagens e mobiliário.

Na primeira visita à empresa, foi apresentada uma proposta de pesquisa indicando os motivos, os objetivos e os resultados esperados, conjuntamente com um cronograma das atividades pretendidas. Esse primeiro contato foi realizado de maneira formal junto à Diretora de Desenvolvimento de Produtos e Projetos a qual, à sua vez, assume a função de Diretora da unidade pesquisada. Nessa oportunidade, também foi realizada uma reunião junto ao Diretor do Setor Industrial, solicitando colaboração com o pesquisador e com as atividades de pesquisa a serem realizadas dentro da empresa.

#### **4.3.1 Seleção dos participantes da pesquisa e procedimentos metodológicos**

A pesquisa de campo começou com visitas às instalações do setor produtivo da empresa, de forma a obter conhecimento geral a respeito dos processos de manufatura, linhas de produtos, materiais e disposição das distintas áreas e instalações. Posteriormente as visitas se concentraram no setor de Desenvolvimento de Produtos e Projetos. Numa primeira análise da empresa, fazendo um confronto com o fenômeno a ser abordado, se decidiu focar as posteriores intervenções preferentemente na Gerência do Setor Industrial e a Gerência de Projetos, uma vez que esses setores se constituem em elementos importantes da gestão de design realizado na empresa

Nas primeiras visitas, as atividades do estudo de campo consistiram em entrevistas não-diretivas e observações diretas, o qual permitiu esclarecer e caracterizar o fenômeno estudado. A partir dessa fase foi possível gerar subsídios para a contextualização do problema e formulação de hipóteses. O esclarecimento desses elementos permitiu uma abordagem mais focalizada na procura de fontes de evidências. Deu-se preferência às entrevistas semi-estruturadas e revisão de documentos.

Na busca de elementos para o desenvolvimento do método de ecodesign, a análise da atividade projetual na empresa foi essencial, assim como da sua relação com seus fornecedores. Para a caracterização ambiental da relação entre os requerimentos de mobiliário e as atividades de design realizados na empresa, foram estudadas as interações desta com seus representantes comerciais e seus clientes. O estudo bibliográfico paralelo de métodos e ferramentas de ecodesign afins com a situação apresentada na empresa delimitou o caminho a ser percorrido para a consecução do objetivo de pesquisa.

Dentre os vários produtos fabricados pela empresa, procurou-se analisar aqueles representativos que fornecessem subsídios para a identificação de características que pudessem ser incluídas no método de ecodesign. Durante a elaboração do mesmo, foi realizada uma avaliação do impacto ambiental de um dos produtos analisados, de forma a ilustrar o procedimento a ser proposto. Assim mesmo, foram analisados parâmetros dos produtos que fossem aplicáveis à metodologia proposta, com base em parâmetros de ecodesign consultados na literatura.

#### **4.3.2 As entrevistas**

Nas etapas iniciais do estudo de campo, foram realizadas entrevistas não-diretivas, onde se procurou enfatizar o “como” e “o que”. As perguntas realizadas durante esses estágios foram do tipo:

- *De que forma surgem os novos projetos, e quais são os critérios de avaliação dos mesmos para sua aprovação?*

- *Existem empresas prospectivas, inovadoras, analisadoras e defensivas; a empresa se identifica com qual ou quais desses tipos e por quê?*
- *A empresa está composta por quais setores principais?*
- *Como é obtida a voz do cliente?*
- *Quais são os tipos de projeto que a empresa realiza?*

As entrevistas semi-estruturadas ocorreram em etapas posteriores à aplicação das entrevistas não-diretivas e foram elaboradas visando obter informações que aportassem especificamente ao objetivo de pesquisa, estas foram do tipo:

- *Como é decidida a inclusão de novos materiais?*
- *Como é projetada a montabilidade?*
- *Quais são os critérios para a seleção dos fornecedores?*
- *Oferecem serviços de manutenção dos móveis? Quais são?*
- *Quais são as inovações adotadas com o conceito de espaço flexível?*

#### **4.3.3 As observações**

A procura por fontes de evidências a partir das observações ocorreram maiormente durante as visitas ao setor de manufatura. Aqui foram observados os processos, arranjo das instalações, características dos produtos fabricados, materiais utilizados, e tecnologias e equipamentos relacionados com a gestão ambiental entre outros. No setor de Desenvolvimento de Produtos e Projetos foram observadas algumas atividades de gestão do design, assim como algumas formas de representação projetual tais como desenhos técnicos dos móveis produzidos e seus respectivos *layouts*.

#### **4.3.4 Outras fontes de evidências**

Outras fontes de evidências foram procuradas em função da identificação de elementos que esclarecessem o fenômeno estudado e pudessem aportar para a consecução do objetivo de pesquisa. Durante as primeiras visitas foram aplicados questionários presentes em bases bibliográficas específicas do setor moveleiro, as quais consistiram

em perguntas abertas, fechadas e de múltiplas escolhas. Paralelamente à aplicação de entrevistas semi-estruturadas foram realizadas revisões de documentos tais como catálogos e informações técnicas de produtos, informações sobre os fornecedores e representantes comerciais, documentos organizacionais, documentos de pedido e termos de garantia entre outros.

## V ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE MÓVEIS DE ESCRITÓRIO

### 5.1 Descrição da empresa estudada

A pesquisa foi realizada junto a uma empresa do setor industrial moveleiro pertencente ao ramo de móveis de escritório. É uma empresa brasileira de porte médio (em torno de 70 empregados), situada em Belo Horizonte, que vem ocupando espaço no mercado moveleiro desde 1988. Conta com várias linhas de produtos (FIG. 12), entre elas estão as linhas completas de móveis para escritório incluindo: superfícies modulares e painéis, que conformam os sistemas de estações de trabalho<sup>47</sup>; cadeiras; gaveteiros; e acessórios. Além dessa linha de produtos a empresa conta com uma linha de gabinetes, uma linha de assentos (carteiras escolares e poltronas para escritório, teatro e cinema) e uma linha de móveis convencionais. Pode-se dizer que o *carro-chefe* dos produtos oferecidos pela empresa são os sistemas de estações de trabalho, dos quais são produzidos três modelos diferentes. A empresa produz normalmente produtos de linha e eventualmente atende pedidos por encomenda.

Tendo em vista que a análise da gestão do design e da atividade projetual assim como dos aspectos ambientais associados com a produção dentro da empresa estão estreitamente relacionados com o objetivo de pesquisa, procurou-se estudar aqueles setores e atividades diretamente envolvidas com o desenvolvimento do produto e com a produção propriamente dita. Assim, durante as primeiras visitas, pôde-se observar que a infra-estrutura da empresa está formada por três setores envolvidos diretamente com as áreas de interesse do estudo: Gerência de projetos, Metalurgia e Marcenaria.

---

<sup>47</sup> Um sistema de estações de trabalho é um produto modular formado principalmente por superfícies e painéis integrados, os quais podem ser combinados de variadas formas, dependendo das demandas das estações de trabalho dentro de um escritório.





FIGURA 12 – Produtos produzidos pela empresa pesquisada

FONTE – Empresa pesquisada

Levando em conta que as atividades projetuais e de manufatura na fábrica estudada estão centralizadas na produção de sistemas de estações de trabalho<sup>48</sup>, o estudo dessas práticas foi realizado principalmente a partir da concepção, projeto, prototipagem, manufatura e lançamento dos sistemas de estações de trabalho desenvolvidos pela empresa.

## 5.2 Gestão de Desenvolvimento de Produtos

### 5.2.1 Gestão de projetos

Durante a pesquisa de campo, foi possível constatar que a produção dos itens que conformam um sistema de estações de trabalho começa por um pedido elaborado por um dos representantes comerciais da empresa<sup>49</sup>, o qual é feito a partir de um contato entre o cliente e o próprio representante. Um pedido normalmente está constituído, além das informações formais, por uma planilha dos itens escolhidos pelo cliente, e um layout, indicando o espaçamento e disposição (dos itens) pretendidos nas instalações deste consumidor. Verificou-se a existência de dois tipos principais de pedidos na empresa: os pedidos de linha e os pedidos por encomenda. Estes últimos são chamados de pedidos *especiais*. Um pedido de linha está constituído por aqueles itens que já estão com projeto pronto nas bases de dados e arquivos da empresa. Assim mesmo, a empresa já conta com a infra-estrutura necessária para atender este tipo de pedidos. Os representantes comerciais estão munidos de toda a informação necessária a respeito dos produtos de linha oferecidos pela empresa. Dentre estas informações, cabe ressaltar:

- Show-room, mostrando os diferentes modelos dos produtos oferecidos pela empresa
- Catálogos comerciais dos produtos oferecidos

---

<sup>48</sup> A partir da configuração de um sistema de estações de trabalho, vários componentes da linha de móveis de escritório são projetados ou aderidos.

<sup>49</sup> A empresa pesquisada prefere a venda via representantes comerciais devido a que estes facilitam a montagem e a assistência técnica dos produtos oferecidos; serviços que são promovidos pela empresa pesquisada. Assim mesmo, os representantes têm controle sobre os pontos de venda e oferecem facilidades enquanto a fretes.

- Kit de amostras, apresentando os tipos de materiais das superfícies e painéis oferecidos
- Bibliotecas em AutoCad, contendo os desenhos técnicos de todos os produtos
- Um manual, contendo informações técnicas a respeito de cada item

Os preços dos produtos de linha já estão estabelecidos em tabelas de preços que são fornecidas, pela empresa, aos representantes comerciais a cada mês. Os pedidos podem conter itens somente de linha, itens somente especiais ou, o que ocorre normalmente, conter combinação de ambos os itens.

Um item especial necessita que seu projeto seja desenvolvido considerando-se as especificações do cliente. O projeto de um item especial começa a partir de um contato entre o representante e a Gerência de Projetos (FIG. 13). Este contato, eventualmente pode ser só via telefone – quando se trata, por exemplo, de uma modificação *simples* de um item de linha – ou via eletrônica indicando as características desejadas pelo cliente. Estes dados podem conter ou não desenhos técnicos do projeto desejado, dependendo da complexidade do mesmo e/ou da disposição do cliente. Esses tipos de projeto devem ser primeiramente analisados em quanto à sua viabilidade antes de serem constituídos em um pedido formal, assim mesmo, deve-se realizar um projeto inicial, caso este não tenha sido ainda elaborado e fornecido pelo cliente, e uma análise de custos para a empresa. Assim, posteriormente, é possível oferecer uma solução e um preço ao cliente, através do representante.

A análise de viabilidade começa com a Diretora de Projetos, principal encarregada pela captação de projetos especiais, a qual inicialmente realiza uma análise dos dados enviados pelo representante. Esta primeira análise consiste principalmente na observação da estrutura do projeto a partir dos desenhos técnicos fornecidos. A Diretora de Projetos, observa, por exemplo, se o projeto está adequado ergonomicamente e se obedece às normas da Associação Brasileira de Normalização Técnica – ABNT<sup>50</sup>.

---

<sup>50</sup> A empresa pesquisada procura seguir rigorosamente as normas ditadas pela ABNT, no que diz respeito às dimensões mínimas e máximas das superfícies dos móveis, assim como as cargas mínimas aceitáveis de resistência destas superfícies.

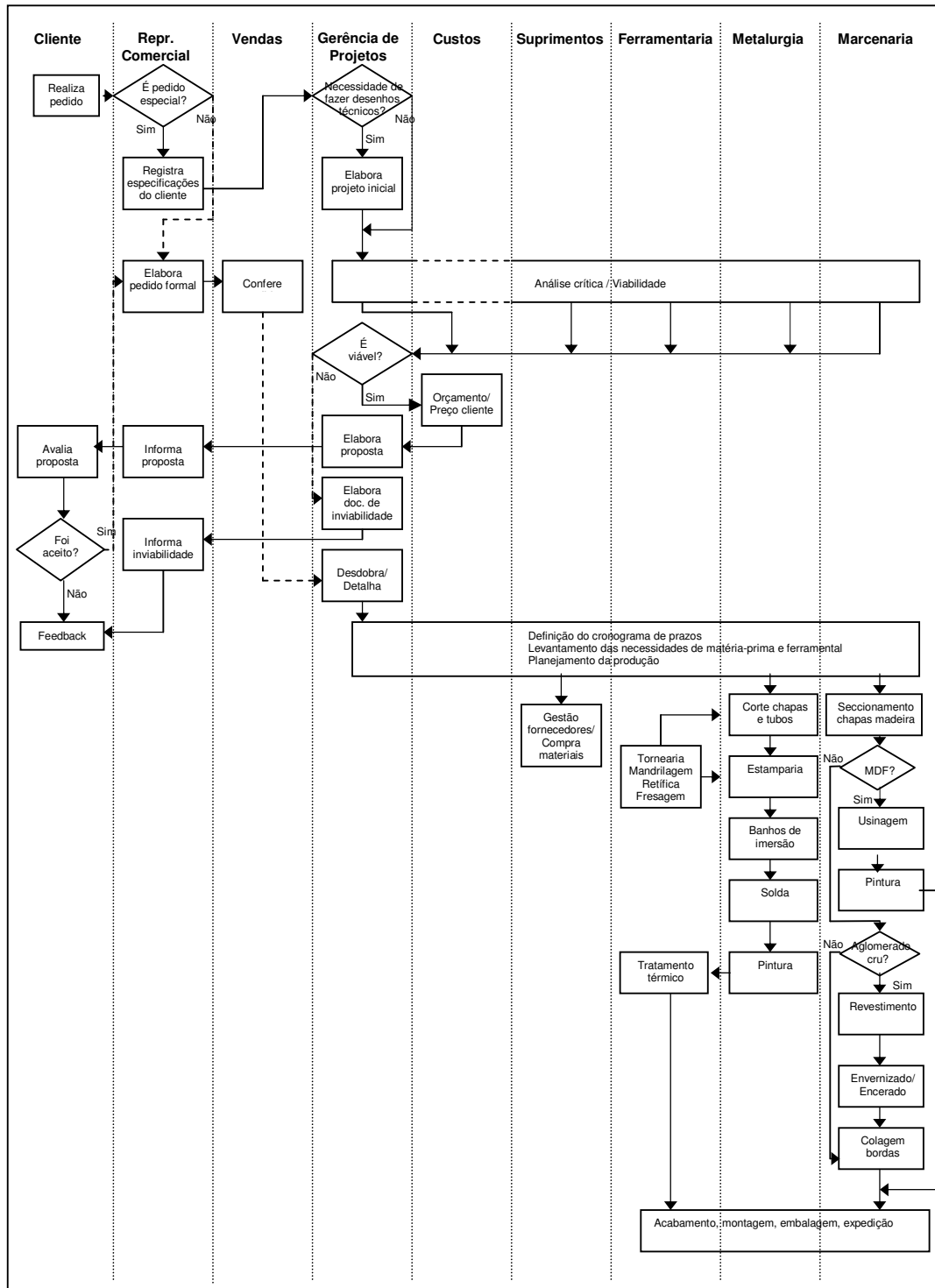


FIGURA 13 – Fluxograma de atividades de projeto e produção realizadas na empresa pesquisada

Assim mesmo, esta profissional analisa, conjuntamente com os setores de suprimentos e manufatura, a acessibilidade enquanto a matérias-primas e recursos de produção. Em casos em que não há um desenho técnico fornecido pelo cliente, a diretora de projetos realiza um projeto inicial, de acordo com as características descritas pelo cliente. Uma vez superadas estas etapas, o projeto é encaminhado para o setor de custos, o qual fornecerá informação para a determinação do preço para o cliente além da informação referente aos custos para a empresa. Estes dados – preço e projeto inicial – são enviados para o cliente e, caso sejam aprovados por este, posteriormente é realizado o pedido formal. Cabe ressaltar que o intercâmbio de informações entre a empresa e o cliente durante estes procedimentos é sempre realizado via representante comercial<sup>51</sup>. A partir do pedido especial formalizado, a Diretora de Projetos repassa o projeto inicial para um dos desenhistas da empresa, o qual realizará o detalhamento do projeto enquanto a desenhos técnicos se refere. Superada esta etapa, o projeto detalhado é diretamente encaminhado para produção.

Além do desenvolvimento de produtos para atender pedidos especiais, durante a pesquisa de campo foi possível constatar outra situação na qual ocorre uma intensa atividade projetual. Trata-se do desenvolvimento de novos projetos para renovar as linhas de produtos existentes na empresa. Neste caso, a empresa procura analisar e seguir as tendências dos maiores competidores nacionais e, principalmente, as tendências internacionais. As novas tendências são observadas através de visitas a feiras internacionais de móveis de escritório, assim mesmo, também são consideradas as feiras nacionais. Estas últimas apresentam novidades absorvidas de tendências internacionais, tal como apontado pela Diretora de Projetos da empresa, referindo-se à situação nacional do design em mobiliário de escritório: *No mercado nacional, não há lançamento próprio de produto ‘revolucionário’, genuinamente brasileiro. Os conceitos, as idéias, vêm de fora e são ‘nacionalizados’ pelas indústrias.*

---

<sup>51</sup> Os casos em que a empresa estabelece um contato mais próximo com o cliente ocorrem quando há transações com *grandes clientes* – nesse caso o contato é realizado via arquiteto do cliente – e quando existe uma segunda etapa de negociação pós-venda – ocorre, por exemplo, quando o cliente decide ampliar suas instalações incluindo necessidades de mobiliário.

Na empresa pesquisada, o desenvolvimento de um produto desta natureza possui várias etapas, que podem ser caracterizadas em: conceito, projeto inicial, projeto detalhado, prototipagem, testes e produção. Este tipo de projetos possui um tempo de desenvolvimento aproximado de um ano.

O conceito de um sistema de estações de trabalho é realizado através de um *briefing* do produto que geralmente começa a partir das visitas a feiras internacionais. Aqui são observados principalmente aspectos tais como: novas soluções, aspectos estéticos, novos materiais e novas tecnologias. Outras fontes de informação consultadas a este respeito são: as feiras nacionais, show-room dos concorrentes, revistas especializadas, Internet e os próprios clientes, os quais fazem observações – que são repassadas aos representantes comerciais – dos produtos em comparação com a concorrência. Estas gestões provêm uma visão das características a serem inseridas no conceito do produto. Vale dizer que este conceito, na verdade, já está definido fora das fronteiras da empresa (e/ou fora das fronteiras do país), e o que esta faz é captar esse conceito e realizar um processo de *nacionalização* do mesmo. As informações são avaliadas pela diretoria da empresa e é feita uma análise de mercado, assim como uma análise preliminar técnica, financeira e econômica. Assim mesmo, os resultados das etapas posteriores são também avaliados pela diretoria, à medida que o projeto vai adquirindo maior detalhamento. Os aspectos que promovem a adoção de novas tendências para renovar as linhas de produtos existentes na empresa são: pressão comercial, decisão própria e a procura por atender novos clientes.

Uma vez realizado o conceito e aprovado pela diretoria, seguidamente ocorre o processo de realização dos desenhos. Estes são primeiramente feitos a mão, logo em 3D, numa parceria entre a Diretora de Projetos e o designer da empresa. Cabe ressaltar que estes desenhos não possuem muito detalhamento técnico, trata-se das primeiras versões do projeto, onde são avaliados principalmente aspectos estéticos e volumes. Todos os desenhos, à parte dos esboços a mão, são realizados via CAD<sup>52</sup> e repassados eletronicamente entre os envolvidos. Uma vez definidos e aprovados os primeiros

---

<sup>52</sup> A empresa estudada realiza os desenhos em 3D mediante os softwares: AutoCad 3D e Rhinoceros. Os desenhos em 2D são feitos via AutoCad 2D.

desenhos, estes são detalhados tecnicamente em 2D pelos mesmos profissionais. Cabe ressaltar que no processo de desenvolvimento de novas linhas de produtos, os desenhistas da empresa não participam, uma vez que estes profissionais estão diretamente relacionados com o detalhamento técnico dos itens especiais. Nestes estágios, o setor de produção também participa provendo informações a respeito da capacidade industrial, compatibilidade de ferramental, caminhos para baixar custos e disponibilidade de peças, entre outras. Depois de superar estas etapas, se dá começo à fase de prototipagem.

Um protótipo de um sistema de estações de trabalho possui dezenas de peças (ao igual que o produto final) as quais, uma maioria, podem ser produzidas dentro da fábrica, principalmente aquelas processadas a partir de chapas e tubos (os processos de manufatura serão expostos mais adiante), assim mesmo, um protótipo bem pode conter peças de linha. Existem peças que são trabalhadas e fornecidas de forma exclusiva para a empresa, trata-se de componentes fabricados a partir de processos de extrusão. Tal é o caso das colunas e perfis de alumínio e de algumas peças de plástico. Nessa situação, a empresa estudada desenvolve os desenhos técnicos a partir dos quais são realizados os respectivos protótipos, que também podem ser fabricados internamente mediante a usinagem de peças de madeira, alumínio ou aço. A fabricação de algumas peças dos protótipos pode ser também terceirizada, o que ocorre geralmente com peças que, no produto final, serão de plástico<sup>53</sup>. Os processos de desenho e prototipagem podem se repetir várias vezes, até que o protótipo esteja em conformidade com os requerimentos desejados. As peças dos protótipos são testadas maiormente enquanto à sua compatibilidade estrutural com outros componentes que podem ser itens de linha ou similares, assim mesmo, são realizados pré-testes enquanto à estabilidade e resistência mecânica nas situações mais críticas.<sup>54</sup> Quando um protótipo é finalmente aprovado pela diretoria, os desenhos técnicos são arquivados e codificados, assim mesmo, os desenhos técnicos das peças exclusivas são enviados aos fornecedores da empresa.

---

<sup>53</sup> É o caso de um protótipo de uma peça utilizada para a entrada e saída de cabos no tampo de um dos modelos de estações de trabalho, cujo protótipo foi produzido a partir de resina, pela Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>54</sup> Os pré-testes são realizados na empresa, posteriormente as peças são testadas no Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

Por último, uma vez superadas todas essas etapas, são realizadas as gestões necessárias para a produção e lançamento do produto: codificação dos itens, elaboração de bibliotecas, geração de catálogos comerciais, comunicação aos representantes comerciais, etc.

### 5.2.2 Processos de Manufatura

Os sistemas de estações de trabalho na empresa são produzidos principalmente a partir de chapas de madeira e aço, colunas e perfis de alumínio, peças de plástico, vidro e tubos de aço, além das ferragens e acessórios.

A maior parte do valor agregado em chão de fábrica ocorre com o processamento das chapas de madeira e os tubos e chapas de aço. O restante das peças são fornecidas praticamente já prontas para serem montadas. No caso das colunas e perfis de alumínio, estes sofrem processos de corte, usinagem e pintura antes da montagem.



FIGURA 14 – Processamento de chapas de madeira

FONTE – Empresa pesquisada

A empresa trabalha com três tipos de chapas de madeira: chapas de aglomerado cru, chapas de aglomerado revestidas com melanina (aglomerado *melanínico*) e chapas de MDF. Os três tipos de chapas recebem tratamentos um tanto diferenciados (FIG. 10). As chapas de aglomerado cru, após a descarga do material, são seccionadas em formas retas, já adquirindo praticamente a forma final. Estas chapas posteriormente podem ser



revestidas com lâminas de madeira natural tanto nas superfícies quanto nas bordas, ou também podem ser revestidas com tecido. Neste último caso, o processo de revestimento é realizado no setor de tapeçaria, onde outros produtos, tais como cadeiras e poltronas, também são revestidos. As lâminas de madeira natural utilizadas pela empresa são principalmente de imbuia, marfim, frejó, mogno e rovere; nestes casos, a fixação é realizada com colas a base de uréia-formaldeído (*cascamite*). Posteriormente, as chapas revestidas com folhas naturais são envernizadas ou enceradas. No caso de revestimento com tecidos, colas não são utilizadas. As chapas de aglomerado melanínico, uma vez que estas não precisam de revestimento<sup>55</sup> já que a melanina lhe confere essa propriedade, passam diretamente por uma colagem de bordas para o qual são utilizadas fitas de PVC ou ABS; a colagem de bordas é feita utilizando adesivos *hot-melt*. Uma outra opção de revestimento é aplicação de placas duras<sup>56</sup>, para o qual são empregadas colas de contato ou colas brancas. Posteriormente, as chapas já revestidas são furadas e acabadas.

As chapas de MDF primeiramente recebem um pré-corte com formas aproximadas à forma final, posteriormente estas são cortadas em detalhe e logo usinadas. O corte final e a usinagem das chapas de MDF são exclusivamente realizados através de uma máquina com controle numérico computarizado (CNC) a qual é programada manualmente. A utilização de máquinas CNC no corte e usinagem de chapas de MDF, se justifica pelo fato de que este tipo de chapas oferece uma consistência similar ao das madeiras naturais e, por tanto, são passíveis de serem usinadas e cortadas com formas arredondadas. Isto não ocorre com as chapas de aglomerado, vale dizer, são menos consistentes e, conseqüentemente, utilizadas geralmente para cortes com formas retas (COUTINHO, 2002). As peças de MDF recebem um processo de pintura o qual é feito com tintas poliuretânicas (PU). As superfícies provenientes de chapas de aglomerado cru e aglomerado revestido com melanina não passam por processos de pintura, já que os revestimentos correspondentes outorgam variedade de formas e cores.

---

<sup>55</sup> Há duas opções de chapas de aglomerado melanínico: aquelas que apresentam a camada de melanina só em um lado, e aquelas que têm melanina em ambos os lados da chapa. No primeiro caso, podem-se aplicar processos de revestimento em um dos lados.

<sup>56</sup> As mais utilizadas na empresa são: *fórmica* e *madeplac*.

Uma vez superadas estas etapas, as superfícies furadas e acabadas passam à fase de montagem, onde ocorre o encontro com peças provenientes de processos realizados no setor de Metalurgia, além dos outros tipos de materiais tais como ferragens e plásticos. As superfícies, depois de montadas, passam por um processo de limpeza e logo para o processo de embalagem o qual é feito com papelão, plástico e fita adesiva. É importante ressaltar que as peças de maior volume tais como tampos, painéis, colunas e pés das superfícies que conformam um sistema de estações de trabalho são expedidas separadamente, vale dizer, estes sistemas são transportados desmontados. A montagem final é feita só no local do cliente, serviço que é realizado pelos representantes comerciais.

Os processos do setor de Metalurgia começam pelo recebimento das chapas e tubos de aço. Estes são cortados, dobrados furados e estampados. Posteriormente as peças passam por um processo de preparação para os processos de solda e pintura, através de limpeza e banhos: as peças de aço recebem até nove banhos de imersão a diferença das peças de alumínio, que recebem um único banho. No processo de pintura é utilizada tinta em pó eletrostática e cura térmica, em estufa a 200°C aproximadamente. Uma vez prontas as peças de metal, estas vão de encontro com as superfícies de madeira, fornecidas pelo setor de Marcenaria, ferragens e demais acessórios.



FIGURA 15 – Processos no setor de Metalurgia

FONTE – Empresa pesquisada

### 5.3 Gestão ambiental realizada na empresa

A empresa pesquisada não possui um sistema de gestão ambiental propriamente dito, no entanto realiza práticas de gestão focadas nos processos e nos resíduos, em cumprimento com as regulamentações vigentes. Essas práticas são realizadas especificamente nos processos de marcenaria, banhos de fosfatização das chapas e tubos de aço e durante o processo de pintura dos painéis de MDF.

Durante os processos de marcenaria é realizada uma filtragem das partículas e cavacos provenientes do trabalho da madeira. Para este fim são utilizados filtros localizados em setores estratégicos da área de marcenaria.

A concentração dos banhos de fosfatização é analisada periodicamente por um técnico em meio ambiente externo à empresa, assim mesmo, o líquido saturado deste banho é descartado em um período aproximado de dois anos, através de empresas especializadas.

Durante o processo de pintura dos painéis de MDF, as emissões provenientes da aplicação da tinta e dos solventes são absorvidas por uma cortina de água, para evitar o contato direto dessas emissões com o pessoal encarregado da pintura.

Todos os resíduos – serragem, cavacos, retalhos de madeira, borra de tintas e efluentes líquidos – gerados durante os processos são administrados por empresas especializadas contratados pela empresa. Os resíduos de metal gerados pelo setor de Metalurgia são vendidos como sucata a empresas de reciclagem.

Também foram observadas algumas práticas internas de reciclagem, na procura por maior aproveitamento de materiais. Nesse sentido, no setor de pintura em pó eletrostática, a tinta é reaproveitada nas câmeras de pintura: a tinta não aproveitada durante o processo é misturada com tinta em pó *nova*, numa proporção de 50%-50%. No setor de Marcenaria, procura-se aproveitar ao máximo as chapas de madeira, através de um plano de corte; segundo o Diretor do Setor Industrial, o aproveitamento destas

chapas chega a ser aproximadamente de 90%; assim mesmo, procura-se re-aproveitar o restante das mesmas.

#### **5.4 Práticas de gestão favoráveis ao desempenho ambiental do produto**

A empresa pesquisada, além de realizar práticas anteriormente mencionadas referentes aos processos, efetua várias atividades relacionadas ao produto que, além de oferecer vantagens econômicas, conseqüentemente favorecem na diminuição dos impactos ambientais do mesmo. Estas práticas são realizadas em função das exigências do mercado, elas não têm um foco ambiental e são praticadas também por empresas concorrentes.

Quando necessário, a empresa exige a certificação da madeira utilizada pelos seus fornecedores de chapas de aglomerado e MDF. Isso ocorre quando os clientes solicitam certificação da procedência das madeiras, no entanto, esta petição acontece poucas vezes.

Também são oferecidos alguns serviços pós-venda por parte da empresa, entre estes cabe ressaltar os serviços de manutenção e remanejamento do mobiliário. No primeiro caso, a empresa oferece manutenção livre de encargos adicionais para o cliente em situações em que existam defeitos de fabricação, defeitos de acabamento, desencaixe de peças e montagem mal feita entre outros. Nesse sentido, a empresa oferece uma garantia de cinco anos de bom desempenho do mobiliário em condições *normais*, dependendo das práticas de uso e limpeza do mobiliário realizadas pelo cliente. O ANEXO C mostra os requerimentos de manejo dos móveis que devem ser cumpridos para manter vigente a garantia oferecida pela empresa. Também são oferecidos serviços de manutenção a pedido do cliente, caso a garantia não esteja mais em vigência, que consistem em: repintura dos componentes metálicos e de madeira, troca de tecidos, *retoques* e alguns reparos entre outros. Estes serviços são solicitados poucas vezes e ocorrem só com clientes da região.

O serviço de remanejamento consiste no re-projeto das instalações do mobiliário (mudança do layout) e remontagem do mesmo, uma vez que o projeto tenha sido aprovado pelo cliente; a empresa desmonta os móveis e faz novas configurações, aproveitando a modularidade e desmontabilidade dos sistemas de estações de trabalho, onde aproximadamente 90% dos móveis são reaproveitados, o resto, segundo dados recolhidos na empresa pesquisada, é armazenado em depósitos do cliente, para possibilitar posteriores reaproveitamentos. O serviço de remanejamento é requisitado por algumas empresas até duas vezes por ano, dependendo do tipo de cliente. A este respeito, as empresas que não são fortemente influenciadas por aspectos estéticos, tais como alguns órgãos públicos e empresas que possuem instalações pouco freqüentadas por clientes, são aquelas que têm maior interesse na requisição de serviços de remanejamento e manutenção, nesses casos, o tempo de reposição do mobiliário chega a ser de cinco até quinze anos, segundo a Diretora de Projetos da empresa. Assim mesmo a configuração dos móveis (layout) é mantida um tempo máximo de três a quatro anos. Em contrapartida, empresas cujas instalações são o *cartão de visita* da empresa – tais como empresas de telefonia, de arquitetura e prestadoras de serviços – renovam o mobiliário completo até uma vez por ano; esses tipos de empresas constituem 10 a 20% da carteira de clientes da empresa pesquisada.

Outro aspecto importante que contribui para o bom desempenho ambiental dos produtos oferecidos pela empresa, referindo-nos principalmente aos sistemas de estações de trabalho, é o fato de estes serem desmontáveis, o qual diminui o espaço ocupado nos meios de transporte; isso ajuda a diminuir os fretes e o número de viagens, o qual resulta na redução do uso de combustíveis. Além disso, a desmontabilidade dos móveis facilita a separação dos componentes numa hipotética coleta e posterior reuso das partes ou reciclagem do mobiliário descartado. O próprio produto (sistemas de estações de trabalho) exige que seja produzido em partes separadas, o qual possibilita que algumas das suas peças sejam transportadas desmontadas. Segundo a Diretora de Projetos da empresa, a desmontabilidade dos móveis produzidos tem certo limite, já que a respectiva montagem dos mesmos no local do cliente demanda um tempo proporcional ao número de peças transportadas separadamente.

Cabe ressaltar que a oferta de serviços e as práticas de design modular e desmontável por parte da empresa são características de competitividade próprias do setor de móveis de escritório; como explicado no capítulo III, Gorini (2000) indica que esta indústria caracteriza-se pela qualidade dos serviços pós-venda entre outros, devido às exigências do mercado sofisticado em que atuam. Em efeito, segundo os dados recolhidos no estudo de campo, as concorrentes da empresa pesquisada também oferecem garantia, serviços de manutenção e remanejamento do mobiliário, assim mesmo, os móveis produzidos por essas empresas possuem também características de modularidade e desmontabilidade que facilitam a execução dos serviços oferecidos.

O estudo de campo permitiu também observar o desenvolvimento de uma linha de móveis que segue uma das últimas tendências enquanto a design de móveis de escritório se refere. Trata-se de superfícies de trabalho reduzidas em função da sua adaptação a novas tecnologias, entre outros. As mudanças provenientes da necessidade de redução de custos de operação nos escritórios conjuntamente com a adaptação do mobiliário a novas tecnologias, parece ter ocasionado um impacto favorável no desempenho ambiental dos móveis para escritório, através da redução do fluxo de materiais na produção dos mesmos. Uma das últimas tendências, decorrente da necessidade de redução de custos, é o denominado *espaço flexível*, onde as estações de trabalho não têm um dono específico. Esse sistema é utilizado em ambientes de trabalho onde o fluxo de funcionários é elevado e boa parte deles passa a maior parte do tempo fora da empresa; essa situação permite que em cada jornada de trabalho cada funcionário possa escolher a estação da sua conveniência, dependendo da disponibilidade e estado ocupacional da mesma. O sistema permitiu em algumas empresas uma redução de até 50% da área de trabalho e a utilização de uma estação para cada seis funcionários (ANON, 2006a). Além disso, as novas exigências das áreas de trabalho nos escritórios demandam flexibilidade nas disposições do mobiliário; este deve permitir, por exemplo, o redimensionamento *just in time* destas áreas de trabalho. Esses aspectos demandam versatilidade e criatividade no projeto dos sistemas de estações, o qual deve acompanhar as exigências da dinâmica de trabalho nos escritórios.

As mudanças no design e espaçamento dos sistemas de estações de trabalho não só provêm da redução e otimização do espaço nas áreas de trabalho. Estas mudanças também são produto dos avanços tecnológicos. Por exemplo, a utilização do computador para a digitalização dos documentos de fato resultou numa eliminação do mobiliário destinado ao arquivo dos mesmos, o qual também possibilitou a redução das áreas de trabalho. O passo da utilização das PC's ao uso dos *notebooks* e monitores com tela de plasma ou LCD possibilitou uma considerável redução das superfícies nas estações de trabalho, assim como a eliminação de certos acessórios tais como os suportes para monitores. Assim mesmo, a tecnologia *sem fio* permite a concepção de novas soluções que à sua vez possibilitam uma redução na utilização de materiais. Os novos modelos de sistemas de estações operacionais, por exemplo, são mais *enxutos* e praticamente não possuem superfícies e painéis que separem uma estação da outra. São mais versáteis e projetados exclusivamente para monitores de plasma e/ou LCD, tal como mostra a FIG. 16. No entanto, apesar de um possível ganho ambiental, as mudanças aqui citadas são decorrentes de aspectos tecnológicos e mercadológicos do produto e não de aspectos ambientais.

Durante o estudo de campo, verificou-se a prototipagem de um produto com essas características na empresa pesquisada. Entre outros aspectos, as novas superfícies permitem: menor uso de materiais para produção, menor área de compartimento para cabos, maior versatilidade e uma redução do espaço de trabalho de 33%, aproximadamente, em comparação com o modelo convencional. A FIG. 17 mostra uma comparação entre os modelos convencional e flexível.

### **5.5 Avaliação do impacto ambiental: o caso de um sistema de estações de trabalho**

Foi explicado anteriormente que para realizar atividades de ecodesign devem-se ter em mente os impactos ambientais ocasionados pelo produto durante seu ciclo de vida, para o qual é necessário levar a cabo uma avaliação desses impactos. A avaliação pode ser realizada exaustivamente; para tal efeito devem-se seguir estritamente os passos e tarefas recomendadas pela metodologia de avaliação do ciclo de vida. A SETAC e a



FIGURA 16 – Sistemas de estações de trabalho flexíveis

FONTE – Anon (2006b)

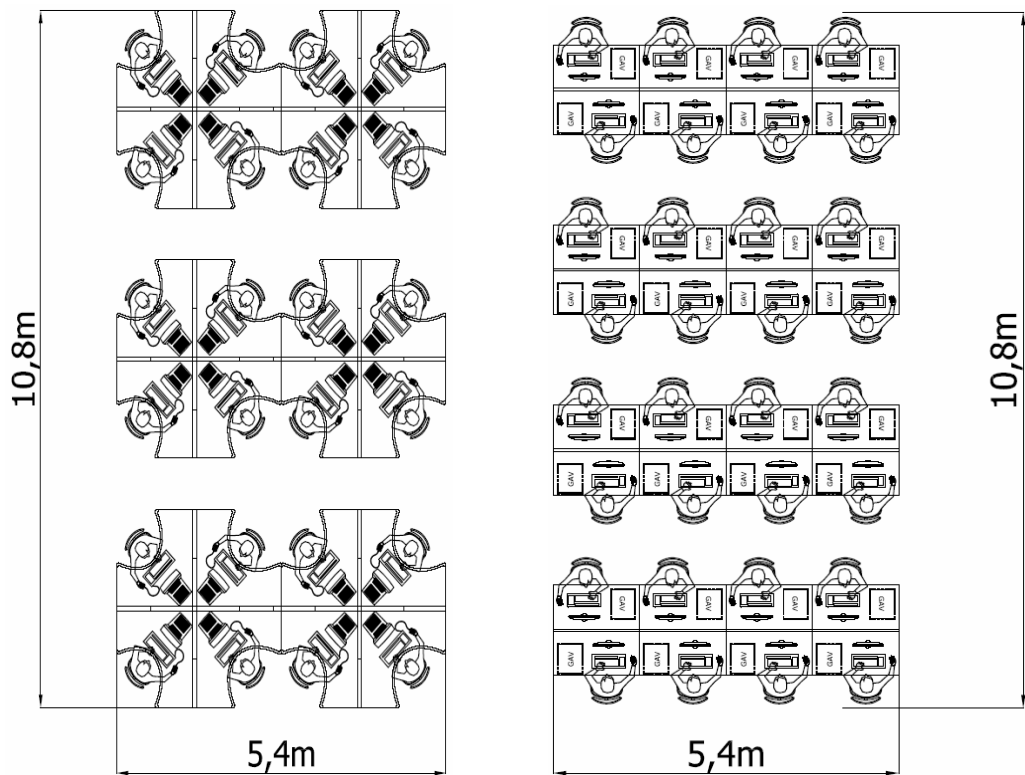


FIGURA 17 – Comparação entre os modelos de estações de trabalho convencionais e os flexíveis

FONTE – Empresa pesquisada



ISO publicaram relatórios técnicos que indicam os procedimentos para uma aplicação rigorosa da avaliação do ciclo de vida<sup>57</sup>. No entanto, apesar da valiosa informação que uma ACV é capaz de oferecer, esta resulta muito onerosa e dependendo dos níveis de exatidão requeridos, sua implementação pode levar um tempo considerável. Ademais, esse tipo de avaliação normalmente requer, além de pessoal capacitado, instrumentos logísticos necessários tais como dados de referência nacionais e softwares específicos para a avaliação do impacto<sup>58</sup>.

As pequenas e médias empresas nem sempre têm os recursos necessários para realizar uma empreitada desse tipo, pelo qual se faz necessária a aplicação de ferramentas de avaliação simplificadas ou alternativas. Mesmo as ferramentas de avaliação simplificadas requerem de pessoal especializado para atribuir os pesos necessários a cada categoria dos impactos ambientais para evitar avaliações demasiado subjetivas.

O método de avaliação do impacto apresentado pela Pré Consultants (2000) não depende em grande medida da familiaridade que o aplicador do mesmo tenha a respeito da caracterização e pesagem dos impactos ambientais, já que estas tarefas estão implícitas em cada indicador apresentado pela mesma fonte (os indicadores estão compilados no ANEXO D); os mesmos foram calculados a partir de aplicação rigorosa da avaliação do ciclo de vida. A avaliação do impacto a partir dos indicadores ambientais apresentados possui algumas limitações, entre elas cabe ressaltar: os indicadores estão calculados com base em dados europeus e a lista não é exaustiva, vale dizer, há materiais e processos que não têm um indicador correspondente. Observe-se que a aplicação de softwares especializados para a avaliação do impacto pode apresentar as mesmas limitações.

O aspecto regional dos indicadores ambientais merece atenção por parte do avaliador, já que alguns impactos ambientais são diferentes em distintas regiões do mundo. Por exemplo, o impacto ambiental da utilização de energia elétrica em países que utilizam

---

<sup>57</sup> O relatório técnico ISO 14040, que apresenta a estrutura de trabalho para a aplicação da avaliação do ciclo de vida está disponível no Brasil por meio da ABNT. A norma equivalente é a NBR ISO 14040.

<sup>58</sup> Alguns softwares empregados na avaliação do ciclo de vida, dos quais vários estão disponíveis no Brasil, são: Umberto, SimaPro, GaBi, TEAM e LCAiT.

usinas termoeletricas é diferente dos países que utilizam usinas hidroeletricas, como o Brasil. Assim mesmo, a extração de alguns materiais pode ocasionar diferentes impactos ambientais em regiões distintas. Nesse sentido, o ideal seria contar com uma base de dados regional ou nacional para que a avaliação do impacto tenha uma base adequada, mas, por enquanto, no Brasil (e na América de Sul) a elaboração de um inventário de dados de avaliação do ciclo de vida próprio está ainda em fase de projeto. A União Européia é a líder mundial na área de ACV (GUTOWSKI, 2003) e, portanto, é a que conta com o inventário mais extenso com esse tipo de dados.

A falta de indicadores ambientais para certos materiais e processos é um problema que pode ser superado utilizando dados equivalentes. Por exemplo, pode ser observado que indicadores ambientais para a produção granulada de certos tipos de plásticos (ANEXO D) são bastante similares.

Para ilustrar a elaboração do método de ecodesign apresentado no capítulo seguinte, durante o estudo de campo foi realizada uma avaliação do impacto ambiental de um dos sistemas de estações de trabalho fabricados pela empresa pesquisada (FIG. 18), utilizando o método e os indicadores recomendados pela Pré Consultants (*op cit.*). Esse método foi escolhido devido à sua praticidade e confiabilidade (já que os indicadores estão baseados na estrita aplicação da ACV), aspectos que podem promover sua aplicação nas pequenas e médias empresas. O processo de avaliação consta de cinco passos:

- Estabelecer o propósito do cálculo do Eco-indicador
- Definir o ciclo de vida
- Quantificar materiais e processos
- Preencher o formulário
- Interpretar os resultados

### **5.5.1 Estabelecimento do propósito do cálculo do Eco-indicador**



FIGURA 18 – Sistema de estações de trabalho

FONTE – Empresa pesquisada

O primeiro passo para a avaliação do impacto é a caracterização e definição dos objetivos perseguidos, para o qual se recomendam as seguintes atividades:

- Descrever o produto ou componente que está sendo analisado
- Definir se a análise está sendo realizada em um produto específico ou para uma comparação entre vários produtos
- Definir o nível de acurácia desejada

Para realizar a avaliação do impacto, foi selecionada uma “ilha” com quatro estações de trabalho (FIG. 19), a qual pode ser acoplada a outras similares. Se quisermos calcular o impacto total, pode-se multiplicar o resultado obtido pelo número total de ilhas de trabalho no escritório. O propósito da avaliação é a identificação da área que apresenta maiores impactos ambientais para o estabelecimento de prioridades. Inicialmente, os materiais ou processos cujos impactos sejam muito pequenos em comparação com os outros podem ser simplificados.

### 5.5.2 Definição do ciclo de vida

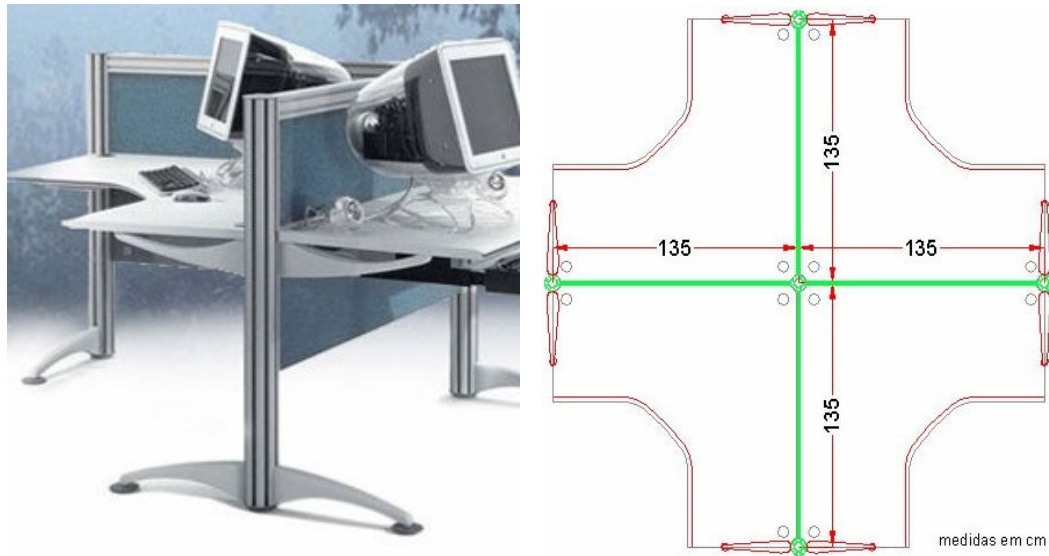


FIGURA 19 – ‘Ilha’ com 4 estações de trabalho

FONTE – Empresa pesquisada

Nesta etapa deve-se esquematizar o ciclo de vida do produto, prestando igual atenção às fases de produção, uso e processo dos resíduos. Para facilitar a análise, recomenda-se realizar um fluxograma do ciclo de vida, incluindo os materiais, processos e cenários de descarte pertinentes.

Um fluxograma simplificado do ciclo de vida do sistema em questão, assim como a quantidade de materiais empregados (a quantificação deve ser realizada na etapa seguinte) são apresentados na FIG. 20. Alguns processos tais como os de pintura, tanto dos painéis de MDF quanto das peças metálicas, não foram considerados já que não há indicadores relacionados, tampouco foram encontrados equivalentes. O transporte dos materiais desde as instalações dos fornecedores até a fábrica não foi considerado nesta análise. Durante a etapa de uso, não foram considerados os insumos requeridos para a limpeza do mobiliário assim como as possíveis manutenções que este possa sofrer, tendo em vista que esses aspectos são dificilmente influenciados pelo designer.

Referindo-nos ao descarte do mobiliário, este, uma vez inutilizado, pode ser considerado resíduo municipal (UEA, s.d.), o qual é mais provável que seja destinado a

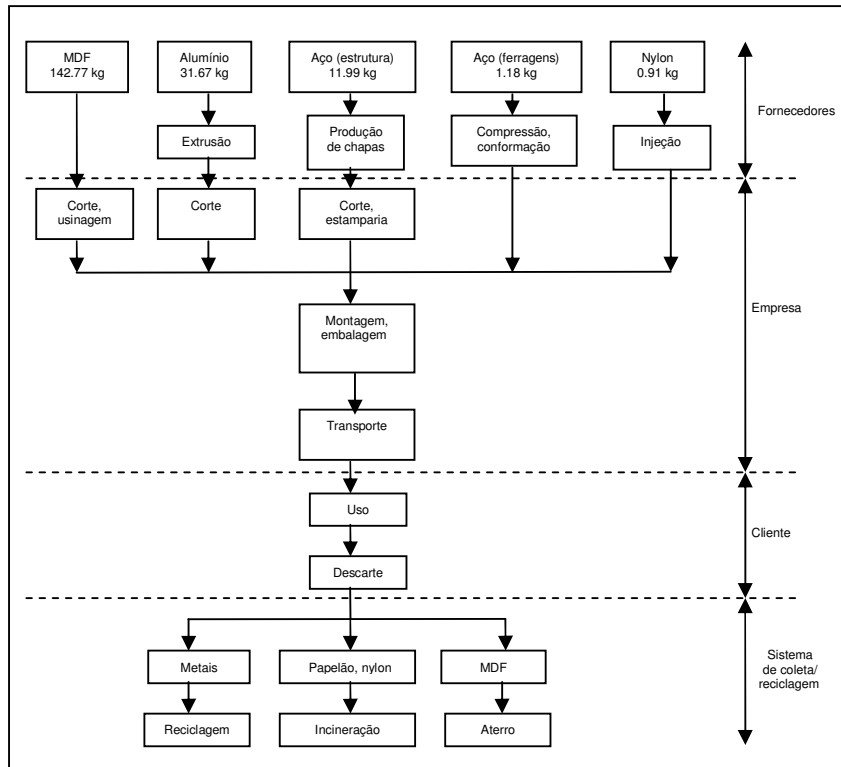


FIGURA 20 – Fluxograma do ciclo de vida da ilha de estações de trabalho analisada

aterros ou incinerado. Levando em conta que no Brasil as práticas de reciclagem de metais, especialmente de alumínio, apresentam bons resultados, considerou-se que tanto as peças de aço quanto de alumínio serão recicladas. No caso do nylon, foi considerado que este será incinerado, uma vez que este material não é normalmente reciclado<sup>59</sup>. No caso do MDF, tendo em vista que no Brasil ainda não existem sistemas de reciclagem de madeira pós-consumidor, não foi considerada esta possibilidade, pelo qual o destino escolhido foi a disposição em aterros.

### 5.5.3 Quantificação dos materiais e processos

Uma vez definido o ciclo de vida do produto, os diferentes materiais e processos podem ser quantificados a partir das especificações de design ou, se o produto já existe,

<sup>59</sup> O estudo realizado por Lima (2003), indica que a Associação de Catadores de Papel, Papelão e Material Re-aproveitável – ASMARE, empresa importante de coleta, triagem e fornecimento de material reciclável proveniente de lixo municipal da região entre outros, não se dedica ao manejo de plásticos tais como PU e nylon.

pesando os componentes e mensurando os parâmetros envolvidos no ciclo de vida, uma vez que os indicadores ambientais são aplicáveis em função do peso e quantidade de energia utilizada entre outros.

O QUADRO 6 mostra uma lista dos materiais e pesos correspondentes a cada item utilizado na produção da ilha de estações de trabalho analisada.

Item	Quantidade	Material	Peso unitário kg	Peso total kg
Superfície em "L" 135x135cm	4	MDF	23.77	95.08
Painel 135x135cm (L x H)	4	MDF	11.92	47.68
Colunas estruturais	5	Alumínio	3.18	15.9
Pés estruturais	8	Alumínio	0.55	4.4
Mãos francesas estruturais	8	Alumínio	0.56	4.68
Canaletas de fiação	4	Aço	2.99	11.99
Perfis	4	Alumínio	1.672	6.69
<b>Ferragens e acessórios</b>				
Parafusos 'cabeça panela' Philips	48	Aço	0.00258	0.124
Parafusos Allen m6x20mm	32	Aço	0.00625	0.2
Prisma Colonna	32	Aço	0.01965	0.629
Colarinho soprafix soprano	16	Nylon	0.00209	0.0334
Tampa soprafix com logomarca da empresa	8	Nylon	0.00226	0.018
Parafusos soprafix soprano	16	Aço	0.01388	0.222
Tampas de Arremate superior Colonna	5	Nylon	0.03847	0.192
Sapatas reguladoras Colonna	13	Nylon	0.03615	0.47
Tampas arremate inferior	5	Nylon	0.03847	0.192
<b>Total</b>	212	–	–	188.50

QUADRO 6 – Materiais e pesos da ilha de estações de trabalho analisada

FONTE – Empresa pesquisada

Para a etapa de transporte foi considerado um trecho hipotético de 30 km de distância, tomando em conta o transporte do mobiliário às instalações de um cliente situado no centro da cidade. A quantificação de resíduos – sejam estes destinados à reciclagem, incineração ou aterro – foi considerada em função das quantidades iniciais do material utilizado na fabricação do produto. Para a embalagem dos móveis produzidos a empresa pesquisada utiliza papelão com um peso aproximado de 0.3 kg/m; para a embalagem da ilha de estações de trabalho em questão, foi estimado um total de 10m de papelão, segundo dados fornecidos pelo Diretor do Setor Industrial.

#### **5.5.4 Preenchimento do formulário**

Uma vez quantificados os materiais e insumos, e definidos os processos, o formulário (ANEXO A) pode ser preenchido para cada etapa do ciclo de vida e os indicadores correspondentes (ANEXO D) podem ser registrados. Logo, os resultados são obtidos multiplicando as quantidades pelos indicadores.

Durante a etapa de produção dos materiais, observa-se que alguns destes não têm um indicador correspondente, pelo qual se devem fazer estimações. Não há indicador para a produção de chapas de MDF especificamente, por esse motivo, foi tomado em conta o indicador para produção de painéis de madeira. Não há indicador para a produção e injeção de nylon, pelo qual foi considerada a média dos indicadores para a produção de plásticos e injeção dos mesmos. Não foi considerado o conteúdo reciclado na produção de alumínio, uma vez que a empresa pesquisada trabalha exclusivamente com alumínio nobre. Para a produção de aço, foi tomado em conta aquele que possui 20% de material reciclado. Durante a etapa de fabricação do mobiliário, os indicadores referentes aos processos de corte e estampagem dos metais são muito pequenos em comparação com os indicadores de produção dos materiais, pelo qual podem ser considerados não relevantes; o mesmo pode-se dizer dos processos de corte e usinagem das chapas de MDF. Na empresa pesquisada, a maior parte da energia empregada é elétrica, e seu impacto ambiental pode ser desconsiderado uma vez que na região, como indicado anteriormente, esta provém de usinas hidrelétricas. Não foram encontrados indicadores para os processos de pintura dos metais e painéis de MDF, pelo qual estes foram desconsiderados. A incineração foi escolhida como destino do papelão da embalagem. Com base nas dimensões dos painéis de MDF, o volume deste material a ser ocupado em aterros, uma vez desmontado, foi estimado em  $\frac{1}{4}$  m<sup>3</sup>. O QUADRO 7 mostra o preenchimento do formulário correspondente ao produto avaliado, tomando em conta estas considerações.

#### **5.5.5 Interpretação dos resultados**

Produto ou componente	Projeto
Ilha com 4 estações de trabalho	Ecodesign
Data	Autor
03/02/2007	J.C.C.G.
Notas e conclusões	

<b>Produção</b>			
(Materiais, processos, transporte e energia extra)			
material ou processo	Quantidade	Indicador	Resultado
MDF	142.77 kg	39	5568
Alumínio	31.67 kg	780	24703
Extrusão Al	31.67 kg	72	2280
Aço	11.99 kg	86	1031
Produção chapas Aço	11.99 kg	30	360
Aço (ferragens)	1.18 kg	86	101
Pressão Aço	1.18 kg	23	27
Nylon	0.91 kg	396	360
Injeção Nylon	0.91 kg	30	30
Papelão	3 kg	69	207
Transporte	30 km	22	660
Total			35327
<b>Descarte</b>			
(Processos de descarte por cada tipo de material)			
material e tipo de processo	Quantidade	Indicador	Resultado
Reciclagem Al	31.67 kg	-720	-22802
Reciclagem Aço	13.17 kg	-70	-922
Incineração Nylon	0.91 kg	1.1	1
Incineração Papelão	3 kg	-12	-36
Aterro MDF	¼ m³	140	35
Total			-23724
<b>Total (todas as fases)</b>			<b>11603</b>

QUADRO 7 – Formulário para avaliação do impacto ambiental da ilha de estações de trabalho analisada

A partir dos resultados obtidos no formulário, podemos observar que a etapa de produção dos materiais é aquela que detém o maior impacto ambiental. Nessa etapa, a produção de alumínio, seguida pela produção de MDF e aço, apresentam os impactos ambientais mais significativos. Por tanto, o pessoal envolvido com o projeto do sistema de estações de trabalho deve prestar atenção nessas áreas e procurar formas de reduzir suas cargas ambientais. Nesse sentido, o método de ecodesign apresentado no seguinte capítulo oferece orientação a respeito da reunião de informação de ecodesign para geração de idéias, a partir da identificação da área de impacto ambiental crítica.



A reunião de informação para a geração de idéias de ecodesign, aspecto incluído no método apresentado no capítulo VI, baseia-se na metodologia sugerida por Lee & Park (2005), citada no capítulo II. Essa metodologia indica que a informação de ecodesign para a geração de idéias deve reunir três aspectos básicos: parâmetros de ecodesign, objetivos de ecodesign e estratégias de ecodesign. Os objetivos devem ser fixados em função da mensuração dos parâmetros de ecodesign, e as estratégias devem estar relacionadas com cada parâmetro.

Durante a pesquisa de campo, parâmetros de ecodesign sugeridos por Lee & Park (*op cit.*) foram confrontados com o sistema de estações de trabalho analisado, em procura da identificação de parâmetros adequados para o caso dos móveis de escritório. Assim, vários parâmetros foram constatados e alguns foram adicionados, em função do produto analisado. Esses parâmetros estão reunidos no QUADRO 8, agrupados de acordo as etapas do ciclo de vida; indicam-se também métodos para sua mensuração.

A etapa de manufatura possui características que não são diretamente traduzíveis em termos de parâmetros de design do produto. Por esse motivo, os aspectos ambientais dessa etapa devem ser considerados na forma de listas de checagem (QUADRO 9). Para a reunião de informação de ecodesign, se a etapa do ciclo de vida com maior impacto ambiental for manufatura, devem ser consideradas as listas de checagem. Caso a etapa de maior impacto não seja manufatura, devem ser considerados os parâmetros de ecodesign.

A relação das estratégias de ecodesign com os parâmetros e listas de checagem será discutida no seguinte capítulo.

Etapa do ciclo de vida	Parâmetro ambiental	Atributo	Método de mensuração sugerido
Aquisição dos materiais	Conteúdo de substâncias perigosas/tóxicas	-	Consultar especificações dos materiais utilizados
	Área das superfícies e painéis de madeira	-	Medir a área a partir das especificações das superfícies e painéis
	Quantidade de ferragens/acessórios	-	Contar o número de ferragens e acessórios
	Número de partes/peças	-	Contar o número de peças do móvel
	Peso total	-	Pesar o móvel
	Número de tipos de materiais	-	Contar os tipos de materiais inseridos no móvel
	Indicador ambiental do material	-	Consultar o Eco-indicador correspondente
	Conteúdo de material reciclado	+	Caso o material tenha conteúdo reciclado, procurar a informação do conteúdo reciclado
Transporte	Número de superfícies fixadas com adesivos	-	Contar as superfícies fixadas com adesivos
	Volume do móvel transportado	-	Medir o volume do móvel
	Peso total	-	Pesar o móvel
Uso	Proporção peso/volume	+	Calcular a razão entre o peso e o volume do móvel
	Quantidade de uréia-formaldeído e outras substâncias que afetam a qualidade do ar	-	Consultar as especificações dos materiais utilizados
	Número de módulos inseridos no móvel	+	Contar os módulos que compõem o móvel
Descarte	Durabilidade	+	Estimar a durabilidade do móvel
	Conteúdo de material reciclável	+	Estimar a quantidade de material reciclável inserido no móvel
	Número de tipos de materiais	-	Contar os tipos de materiais inseridos no móvel
	Tempo de desmontagem	-	Mensurar o tempo médio de desmontagem
	Número de ferramentas de desmontagem	-	Contar o número de ferramentas requeridas para desmontar o móvel
	Marcação dos materiais	+	Contar o número de materiais com a devida marcação para identificação
	Número total de peças	-	Contar o número de peças do móvel

-: Parâmetro negativo;    +: Parâmetro positivo

QUADRO 8 – Parâmetros ambientais para o design de móveis de escritório

FONTE – Adaptado de Lee & Park (2005)

<b>Categoria</b>	<b>Lista de checagem</b>
Insumos	Usar preferentemente insumos de materiais renováveis
	Reciclar insumos quando possível
	Usar insumos ambientalmente aceitáveis
	Evitar insumos com conteúdo de materiais perigosos
Energia	Usar tecnologias de produção energeticamente eficientes
	Reduzir o consumo de energia através de um ótimo processo de design
	Usar preferentemente recursos de energia renováveis
	Minimizar o consumo total de energia no local de produção
Resíduos	Usar tecnologias de produção com baixo conteúdo de emissões
	Evitar tecnologias de produção ambientalmente perigosas
	Evitar resíduos no processo de produção
	Fechar ciclos de material no processo de produção
	Reciclar/reusar resíduos como novos materiais
	Dispor os resíduos inevitáveis de maneira ambientalmente aceitável
	Separar/classificar os resíduos quando possível
Emissões	Evitar emissões ambientais no processo de produção

QUADRO 9 – Lista de checagem para a etapa de manufatura

FONTE – Lee &amp; Park (2005)

## VI ANÁLISE E DISCUSSÃO

### 6.1 Implicações ambientais das atividades de design do mobiliário de escritório

Toda prática de design tem conseqüências ambientais e, como exposto por Tischner & Charter (2001), junto à fase de desenvolvimento estas atividades influenciam mais de 80% dos impactos ambientais ocasionados pelo produto. No caso da indústria de móveis de escritório, a base bibliográfica consultada e o estudo de caso realizado indicam que a introdução de variáveis ambientais durante o projeto do produto é ainda incipiente. Os casos de sucesso na aplicação de ecodesign na produção de móveis se reduzem a um número pequeno de empresas de grande porte em países industrializados; estas empresas contam com uma base sólida na consideração de aspectos ambientais desde o projeto, uma vez que as atividades de ecodesign formam parte da estratégia do negócio da empresa. A pesquisa bibliográfica também mostra a importância da existência de um Sistema de Gestão Ambiental na empresa para promover a prática contínua de ecodesign, de forma a inserir esta atividade no seu dia a dia. Esses aspectos mostram a dificuldade da introdução do ecodesign em pequenas e médias empresas, que nem sempre contam com a estrutura e incentivo necessários para a introdução desta técnica; esse é um ponto negativo no caso da indústria moveleira, já que esta se caracteriza pela predominância das empresas de pequeno e médio porte as quais, à sua vez, detêm a maior parte da produção.

A não consideração de aspectos ambientais na atividade de design na indústria de móveis de escritório resulta na realização de práticas que prejudicam o desempenho ambiental do produto. Referindo-nos às médias empresas, com base no estudo de caso, várias dessas práticas poderiam ser melhoradas incluindo atividades de gestão que estão *ao alcance* destas empresas. Por exemplo, na empresa pesquisada a gestão dos fornecedores é realizada sem prestar muita atenção nas características ambientais dos mesmos, a não ser em casos em que o cliente o exija. Foi constatada a existência de vários fornecedores para um mesmo tipo de material, o qual possibilita a escolha dos

mesmos com base em critérios ambientais. Em muitos casos, os fornecedores contam com serviços de atendimento aos clientes através dos quais estes últimos podem esclarecer dúvidas a respeito de dados técnicos e características dos materiais fornecidos. O fabricante de móveis de escritório pode avaliar a qualidade ambiental dos seus fornecedores tomando em conta aspectos *simples* tais como: certificação das madeiras utilizadas, adoção de Sistemas de Gestão Ambiental, conteúdo reciclado dos materiais fornecidos e marcação dos mesmos com símbolos de reciclagem entre outros. Um aspecto importante observado durante a pesquisa de campo foi o fato das peças de plástico dos móveis fabricados não possuírem símbolos de reciclagem que identifiquem o tipo de material utilizado. Algumas destas peças são projetadas pelos próprios fornecedores, nesse caso a simbologia pode ser devidamente avaliada pela empresa fabricante de móveis. Outras peças de plástico são projetadas por esta última para logo serem fabricadas pelos fornecedores exclusivos; nesse caso, os símbolos de identificação para reciclagem bem podem ser incluídos no projeto de ditas peças. A consideração deste e outros aspectos de gestão do ecodesign serão expostos mais adiante, no método apresentado na seção 6.3.

Referindo-nos à constante renovação do mobiliário de escritório por parte de empresas fortemente atraídas por características estéticas, problema que segundo alguns autores (BESCH, 2005; LEWIS & GERTAKIS, 2001) se constitui em um dos principais agravantes do impacto ambiental no ciclo de vida dos móveis de escritório, pode-se dizer que este aspecto é dificilmente influenciado pelo designer; essas empresas trocam de mobiliário muito antes da sua obsolescência, procurando sempre novas cores, novos acabamentos e novos modelos entre outros. Segundo dados recolhidos na pesquisa de campo, os padrões de consumo do entorno capitalista em que vivemos ditam as regras do modo em que se devem realizar as práticas de design, o qual tem de se submeter à troca precoce do mobiliário: em muitos casos os móveis são substituídos completamente a cada ano, assim mesmo, é difícil um layout durar três ou quatro anos. Nesses casos, por tanto, estratégias tais como incrementar a durabilidade dos móveis não fazem muito sentido. Por esses motivos, durante o projeto é importante assegurar aspectos tais como a flexibilidade e re-configurabilidade – para possibilitar possíveis períodos de uso

posteriores – e a desmontabilidade dos móveis de escritório, para facilitar sua separação para reciclagem.

Ações tais como a seleção dos materiais, facilitar desmontagem e reciclagem, e adotar conceitos de design modular e re-configurável, entre outros, são medidas que recaem nos primeiros tipos de ecodesign citados no capítulo II, a saber: melhoramento do produto e re-design do produto. As técnicas de design pertencentes a esse grupo dependem em grande medida do designer, encarregado de realizar as modificações necessárias no projeto e especificações do produto. As medidas correspondentes aos outros tipos de ecodesign – inovação funcional e inovação sistêmica – são menos influenciáveis pelo designer e dependem de fatores externos tais como: mudança de produtos físicos para serviços desmaterializados e mudanças no sistema tecnológico como um todo (produto, cadeia produtiva e sua infra-estrutura, assim como a infra-estrutura institucional; BREZET & ROCHA, 2001). Observam-se algumas práticas que podem ser atribuídas a esse grupo na indústria de móveis de escritório, as quais são realizadas não necessariamente a partir de considerações ambientais e aparentemente resultam em importantes contribuições para a diminuição dos impactos ambientais no ciclo de vida desses produtos. Um exemplo disso é a redução da quantidade de materiais para a produção de móveis que pode ser observada através da otimização dos espaços na área de trabalho nos escritórios e a racionalização do número de funcionários por estação de trabalho em algumas empresas. Este fato resulta na redução do fluxo de materiais no ciclo de vida dos sistemas de estações, já que uma redução de 50% na área de trabalho e a otimização de mais de 83% (foi explicado no capítulo anterior que algumas empresas lograram reduzir seus espaços de trabalho até a metade e acomodar até seis funcionários por estação de trabalho; esta última situação resulta numa otimização de pouco mais de 83% na utilização de estações de trabalho) no uso das estações de trabalho pode significar uma redução das mesmas proporções na utilização de materiais para a fabricação do mobiliário.

O surgimento de novas tecnologias é um dos fatores principais para a *virtualização* dos escritórios, o qual possibilita as otimizações explicadas anteriormente; este processo

começou na década de 90, onde a tecnologia da informação experimentou avanços importantes, tal como explicam Verkuijl, Tischner & Nickel (2004):

Nos anos 90, a introdução do laptop, telefone móvel, a Internet e armazenagem virtual fizeram supérfluos os escritórios e salas. As reuniões tornaram-se necessárias somente para discussões informais e de equipe. Os novos escritórios consistem em ajardinados bem ornamentados, ruas internas extremamente animadas alinhadas com salas de reunião e treinamento, cafés, lojas e restaurantes. Eles são usados temporariamente. Não obstante, nos centros de negócios do mundo existe ainda uma necessidade de centros de escritórios representativos, combinados com diferentes infra-estruturas novas de escritórios descentralizados.

As novas tendências indicam ainda um maior dinamismo no conceito de escritório, incluindo características tais como: maior funcionalidade dos espaços de trabalho, aumento da temporalidade dos mesmos e maior concentração do trabalho de escritório no espaço físico utilizado. Desta forma, uma mesma sala pode ser utilizada para fins diferentes – trabalho, reuniões, treinamentos, lazer, etc. – ou até mesmo, uma estação de trabalho pode estar empilhada encima de outra (FIG. 21).



FIGURA 21 – Últimas tendências no conceito de escritório

FONTE – Verkuijl, Tischner & Nickel (2004)

Além dessas tendências, o entorno tecnológico atual torna questionável a existência física de escritórios convencionais. A este respeito, Verkuijl, Tischner & Nickel (*op cit.*) apontam:

Na virada do século, como a tecnologia da informação está mudando tudo, onde casas estão virando escritórios e escritórios estão sendo tornados em apartamentos, talvez deveria ser considerado se a estrutura do escritório realmente é uma estrutura do tipo estável ou ao todo necessária. A definição do escritório do futuro quiçá deveria responder necessidades ambientais e infra-estruturais dos usuários em lugar de considerar uma sala fixa de escritório em uma estrutura de escritório fixa.

Analisando as implicações das mudanças que ocorrem em torno da concepção e uso de móveis de escritório, podemos afirmar que sua produção em si está passando por um processo de redução na utilização de materiais por unidade de produto produzido. Uma série de fatores possibilita este processo, entre eles cabe ressaltar:

- Surgimento de novas tecnologias – a internet, os computadores portáteis, o telefone móvel, as teleconferências, os sistemas flexíveis/portáteis de armazenamento de dados, etc., possibilitam um menor uso de espaço físico de trabalho nos escritórios, o qual se traduz em menor uso de materiais para produção do mobiliário
- Mudanças no modo de trabalho dos escritórios – o aumento do trabalho fora do escritório, o maior compartilhamento do trabalho de escritório/trabalho em equipe e o uso de estações de trabalho não-fixas, entre outros, possibilitam também um menor uso do espaço físico, assim como uma maior flexibilidade e re-configurabilidade das superfícies de trabalho

No entanto, essa redução no emprego de materiais para a produção de móveis de escritório é prejudicada pela substituição precoce do mobiliário em empresas altamente influenciadas por aspectos estéticos. Além disso, embora a utilização de espaço físico nos escritórios esteja diminuindo, espera-se uma maior demanda por trabalho de escritório no futuro<sup>60</sup>, o qual pode significar também uma maior demanda por móveis de

---

<sup>60</sup> Por volta do ano 1900, havia três trabalhadores de escritório por cada 100 trabalhadores na produção. Nos dias atuais, mais de 2/3 dos empregados trabalham em escritórios nos países industrializados (VERKUIJL, TISCHNER & NICKEL, *op cit.*).



escritório. Esses aspectos indicam a necessidade de tomar provisões tanto no design desses produtos quanto nas disposições sistêmicas dos mesmos para possibilitar um menor uso de recursos e mitigar os impactos ambientais decorrentes do seu ciclo de vida.

## **6.2 Oportunidades de aplicação do ecodesign**

Como explicado anteriormente, a indústria de móveis de escritório passa por importantes mudanças que, de modo geral, pode-se dizer que resultam favoráveis ao meio ambiente, principalmente através da redução do *input* de materiais na produção do mobiliário e de avanços na sua flexibilidade/versatilidade. Estes aspectos são promovidos por razões econômicas e tecnológicas, não necessariamente por motivos ambientais. Esses motivadores ocorrem fora das fronteiras da empresa fabricante de móveis de escritório, a qual tem de se amoldar às exigências da dinâmica dos escritórios. Os aspectos externos à empresa que implicam no design de mobiliário são difíceis de serem influenciados pelo designer de móveis de escritório, dessa forma, este profissional tem maior oportunidade na consideração dos aspectos ambientais referentes ao produto em si. Em grandes empresas, a influência do designer poderia ir além, uma vez que estas têm a capacidade de, por exemplo, implementar sistemas de recolha e re-manufaturamento dos móveis produzidos, o qual possibilita aplicar técnicas de ecodesign que vão além do melhoramento e re-design do produto. Nesse sentido, pode-se afirmar que nas médias empresas fabricantes de mobiliário de escritório a possibilidade de aplicação de inovações funcionais e sistêmicas no produto é ainda distante. Em efeito, segundo dados recolhidos na empresa pesquisada quando questionada a respeito da possibilidade de oferecer serviços tais como alugar/arrendar móveis em lugar de vendê-los (uma estratégia que recai no grupo de inovações funcionais e sistêmicas para a otimização ambiental do produto), existe um alto risco que impede sua efetiva aplicação. Alguns dos empecilhos são: a não existência de serviço de pronta entrega do mobiliário, falta de estrutura e espaço necessários para a estocagem dos móveis e a falta de conhecimento do mercado.

Referindo-nos aos sistemas de estações de trabalho, o estudo de campo permitiu constatar que estes produtos são bastante versáteis, possuem estrutura modular e são transportados praticamente desmontados. A montagem final é realizada no local do cliente e a modularidade permite certa facilidade na troca e intercâmbio de partes e superfícies. Assim mesmo, estes produtos são quase completamente desmontáveis. Pode-se dizer que estes são os *pontos fortes* desse tipo de mobiliário, cujas especificações são análogas a várias estratégias de ecodesign. Para melhorar o desempenho ambiental do produto, essas características poderiam ser aproveitadas para promover a recuperação de peças duráveis dos móveis descartados, principalmente aqueles provenientes de empresas que renovam constantemente o mobiliário, para seu posterior reaproveitamento por parte da empresa fabricante. Nesse caso, as relações da empresa com o cliente teriam que ser mais estreitas. No entanto, como explicamos anteriormente, a aplicação desse tipo de estratégia resulta mais viável nas grandes empresas, as quais têm maior possibilidade de gerar um fluxo constante de móveis recolhidos.

Por outro lado, apesar dos móveis de escritório apresentarem características que condizem com várias técnicas de ecodesign, é necessária a aplicação de práticas específicas para a melhoria ambiental dos móveis produzidos. Nesse aspecto, as intervenções imediatas dizem a respeito da diminuição, substituição e marcação dos materiais entre outros. Na seguinte seção é apresentado um método de ecodesign para móveis de escritório que ressalta técnicas aplicáveis no campo do melhoramento e re-design do mobiliário, uma vez que estes aspectos podem ser manejados pelo designer de móveis de escritório em médias empresas.

### **6.3 Método de ecodesign para móveis de escritório**

Muitos métodos de ecodesign requerem de conhecimentos na área ambiental que vão além do normalmente exigido no dia a dia do designer, motivo pelo qual as empresas praticantes dessa técnica geralmente possuem departamentos ambientais especializados para este fim. Em muitos casos, existe desentendimento entre o pessoal encarregado de dar suporte ambiental para o desenvolvimento do produto e o designer, sendo que a

simplicidade e acessibilidade das ferramentas de ecodesign contribuem para sua praticabilidade por parte deste profissional.

Lofthouse (2006) fez um estudo a respeito das razões de por que algumas ferramentas de ecodesign são inapropriadas ou não usadas pelos designers industriais. Os dados, levantados junto a designers que tiveram experiência prévia em ecodesign, revelam que:

- As ferramentas convencionais não reconhecem que o ecodesign não é um aspecto prioritário senão uma entre várias coisas com que os designers têm que lidar
- As ferramentas disponíveis não indicam o como fazer ecodesign
- Embora ferramentas como a Roda Estratégica ressaltem bem aspectos a serem considerados no ecodesign, estas não dão suporte para levar adiante estes aspectos
- A maioria dos designers envolvidos no estudo sentia-se desprevenido com respeito a onde procurar informação de ecodesign relevante para o design industrial
- As ferramentas consomem muito tempo
- Os dados ambientais fornecidos pelos departamentos ambientais de algumas companhias são muito técnicos, científicos e possuem muitos gráficos e muito texto; são mais apropriados para pessoal envolvido com produção e engenharia do produto

De modo geral, esse estudo conclui que os designers precisam de ferramentas de ecodesign que combinem orientação, educação e informação, que forneçam exemplos inspiradores reforçados com informação focada no produto, que estejam apresentados em formato amplamente visual com texto mínimo e permitam acesso imediato.

Dentre os métodos e ferramentas pesquisadas na literatura, procurou-se reunir elementos afins com os requisitos citados acima; contudo, algumas características requeridas são mais apropriadas para serem incluídas em meios eletrônicos. Tomando

em conta essas considerações e os elementos reunidos no estudo de caso, o método sugerido a continuação consta de cinco passos:

1. Identificar áreas ambientais críticas do produto
2. Fixar objetivos de ecodesign
3. Gerar informação de ecodesign
4. Gerar idéias de ecodesign
5. Aplicar as idéias de ecodesign

### **6.3.1 Identificar áreas ambientais críticas do produto**

O primeiro passo tem por objeto a identificação dos aspectos do produto que precisam de intervenção de ecodesign. Nesta etapa devem-se procurar as prioridades a serem atendidas em etapas posteriores. Para identificar as áreas ambientais críticas, o indicado é fazer uma avaliação do impacto ambiental do produto. Como explicado anteriormente, existem várias ferramentas para realizar a avaliação do impacto; a ferramenta sugerida é a utilização dos indicadores ambientais apresentados no ANEXO D.

Para ilustrar a metodologia proposta, consideremos o caso do sistema de estações de trabalho apresentado no capítulo anterior. Depois de realizar a avaliação do impacto vimos que a etapa de produção dos materiais é aquela que tem o maior impacto ambiental. Nessa etapa, a produção de alumínio, seguida pela produção de MDF e aço, apresentam os impactos ambientais mais significativos.

### **6.3.2 Fixar objetivos de ecodesign**

Uma vez identificadas as áreas ambientais críticas do produto, devem-se fixar objetivos de melhoramento ambiental a serem atingidos através da aplicação de técnicas de ecodesign. O indicado é fixar metas quantitativas para permitir posteriores avaliações e comparação de resultados. Para este fim, se os impactos ambientais maiores estiverem concentrados nas etapas de aquisição dos materiais, transporte uso ou descarte, sugere-

se adotar os parâmetros ambientais apresentados no QUADRO 8 (capítulo anterior), onde também são sugeridas formas de mensuração dos mesmos. Se a área crítica do produto estiver concentrada na etapa de manufatura, recomenda-se considerar a lista de checagem apresentada no QUADRO 9. Antes de fixar as metas quantitativas, primeiramente devem-se mensurar as características iniciais do produto, com base nos parâmetros apresentados. Os objetivos de melhoramento devem ser fixados a partir dessa mensuração inicial. A escolha dos parâmetros deve ser feita a partir da identificação da etapa do ciclo de vida com maior impacto ambiental; note-se que há parâmetros específicos para cada etapa do ciclo de vida. A fixação de metas de melhoramento ambiental para o produto pode ser feita de várias formas, entre elas: comparação das características iniciais do produto com características de produtos concorrentes, determinação de metas com base em critérios próprios da empresa e comparação entre características de produtos fabricados pela empresa.

A fixação de objetivos deve ser considerada em função dos parâmetros ambientais. Por exemplo, tomando em conta a determinação de objetivos através da comparação com produtos fabricados pela empresa, o QUADRO 10 mostra a comparação de alguns parâmetros entre o sistema de estações de trabalho analisado e outro modelo similar tomado como referência, também fabricado na empresa (FIG. 22). A partir desta comparação, se indicam também os objetivos de melhoramento (em porcentagem) correspondentes ao sistema analisado. A escolha dos parâmetros foi realizada tomando em conta que a etapa de aquisição de materiais é aquela que possui as cargas ambientais maiores.

Parâmetro ambiental	Sistema analisado	Sistema de referência	Objetivo de ecodesign
Peso total	188,5 kg	245,6	0 %
Número de partes/peças <sup>61</sup>	37	36	-2.7%
Quantidade de ferragens/acessórios	175	320	0%

QUADRO 10 – Fixação de objetivos de ecodesign através da comparação entre produtos fabricados pela mesma empresa

<sup>61</sup> O número de partes/peças aqui se refere às partes principais, sem tomar em conta as ferragens e acessórios.



FIGURA 22 – Ilha de estações de trabalho de referência para a fixação de objetivos de ecodesign

No quadro acima, podemos observar que o sistema analisado possui melhor desempenho ambiental no que se refere aos parâmetros de peso e quantidade de ferragens/acessórios, em comparação com o sistema de referência. Por tanto, pode-se designar um objetivo de 0% de melhoramento ambiental nesses parâmetros. Já o número de partes/peças deve ser reduzido em 2.7 %, uma vez que o sistema de referência possui um melhor desempenho com respeito a esse parâmetro<sup>62</sup>.

### 6.3.3 Gerar informação de ecodesign

A informação de ecodesign é importante para a geração de idéias de ecodesign por parte do designer ou do pessoal envolvido com o projeto do produto. Essa informação está composta por três elementos básicos: os parâmetros ambientais, os objetivos de ecodesign e as estratégias necessárias para orientar as atividades de ecodesign.

Os objetivos de ecodesign fixados para cada parâmetro na etapa anterior serão atingidos a partir de estratégias de ecodesign relacionadas. Nesse sentido, estratégias de ecodesign para móveis pesquisadas na base bibliográfica (capítulo III) foram agrupadas de acordo com os parâmetros ambientais apresentados no QUADRO 8. Realizou-se o mesmo procedimento com as listas de checagem para a etapa de manufatura (QUADRO 9). É a partir dessa informação que o designer pode começar a gerar idéias, selecioná-las e

<sup>62</sup> O peso, o número de partes/peças e a quantidade de ferragens/acessórios possuem atributos ambientais negativos, tal como indica o QUADRO 8. Ou seja, quanto menor a medida desses parâmetros, melhor será o desempenho ambiental.

aplicá-las. A relação entre as estratégias de ecodesign e os parâmetros de ecodesign está apresentada no ANEXO E. A relação entre as estratégias de ecodesign e a lista de checagem para a etapa de manufatura está apresentada no ANEXO F.

Para o caso da ilha de estações de trabalho analisada, a informação requerida para gerar idéias de ecodesign incluindo os objetivos de ecodesign fixados anteriormente é apresentada a continuação (QUADRO 11). Os parâmetros e estratégias correspondentes foram extraídos do ANEXO E, levando em conta que os impactos ambientais maiores estão concentrados na etapa de aquisição de materiais (ou etapa de produção, segundo o formulário preenchido). Para a efetiva implementação de ecodesign, é recomendável fixar objetivos de ecodesign para todos os parâmetros envolvidos na etapa do ciclo de vida de maior impacto.

#### **6.3.4 Gerar idéias de ecodesign**

Uma vez que a equipe de projeto conta com os parâmetros ambientais adequados, os objetivos a serem atingidos e as respectivas estratégias para a consecução desses objetivos, essa informação serve para a geração de idéias de ecodesign e sua respectiva seleção. A geração de idéias pode seguir métodos específicos de formação e seleção das mesmas, tais como o *brainstorming* ou outros métodos afins.

#### **6.3.5 Aplicar as idéias de ecodesign**

Finalmente, uma vez superadas as etapas anteriores, as idéias selecionadas podem ser aplicadas no design do produto em questão. Os objetivos fixados nortearão as atividades de ecodesign e posteriormente servirão como parâmetro de comparação com os resultados atingidos. A geração de idéias e sua seleção são atividades próprias do design convencional, por esse motivo, procurou-se enfatizar as etapas de identificação das áreas ambientais críticas, fixação de objetivos e geração de informação de ecodesign.

Etapa do ciclo de vida	Parâmetro ambiental	Objetivo	Estratégias de ecodesign
Aquisição dos materiais	Conteúdo de substâncias perigosas/tóxicas		Selecionar materiais de baixo impacto ambiental
			Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes
			Eliminar o uso de pinturas e acabamentos com conteúdo de metais
			Evitar materiais de madeira com conteúdo de substâncias perigosas ou tóxicas, com particular atenção ao uso reduzido de uréia formaldeído
	Área das superfícies e painéis de madeira		Especificar o uso de materiais de madeira que sejam da mínima quantidade requerida para atender necessidades estruturais e/ou funcionais
	Quantidade de ferragens/ acessórios	0%	Reduzir o número de componentes e montagens
			Minimizar os tipos ou diversidade de materiais
	Número de partes/peças	-2.7%	Evitar colas, grampos e parafusos de metal em favor de dispositivos de desmontagem rápida
			Reduzir o número de componentes e montagens
			Minimizar os tipos ou diversidade de materiais
	Peso total	0%	Integrar funções e simplificar montagens
			Minimizar a quantidade de materiais sem comprometer a função, qualidade, aspectos estéticos ou padrões aplicáveis
			Reduzir o número de componentes e montagens
	Número de tipos de materiais		Integrar funções e simplificar montagens
Minimizar os tipos ou diversidade de materiais			
Indicador ambiental do material		Selecionar materiais de baixo impacto ambiental	
		Substituição de materiais	
		Usar materiais ambientalmente melhorados quando possível	
		Utilizar materiais de madeiras provenientes de plantações manejadas sustentavelmente e que sejam correspondentemente certificadas	
Conteúdo de material reciclado		Usar materiais com conteúdo reciclado (preferencialmente pós-consumidor)	
		Reutilizar colunas e perfis de metal estruturas de suporte, etc.	
		Especificação do uso de materiais reciclados em componentes não-críticos onde a performance, cor, design superficial ou outras qualidades visuais não sejam aspectos chave do design	
Número de superfícies fixadas com adesivos		Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes	
		Evitar colas, grampos e parafusos de metal em favor de dispositivos de desmontagem rápida	

QUADRO 11 – Informação de ecodesign



## VII CONCLUSÕES

Existem algumas críticas colocadas em detrimento do estudo de caso como meio idôneo para levar a cabo atividades de pesquisa. Uma delas indica que este tipo de estratégia fornece pouquíssima base para generalizações (YIN, 2001). No entanto, o mesmo autor dá respostas a essas críticas, uma delas se sustenta no fato de que o que se procura generalizar são proposições teóricas (modelos) e não proposições sobre populações. Essa esclarecimento é pertinente quando se trata de mostrar os resultados fruto de um estudo de caso.

### 7.1 Conclusões do estudo

Retomando o questionamento colocado na contextualização do problema abordado na pesquisa, referente à forma de implementação do ecodesign na média empresa, concluímos que uma empresa de porte médio fabricante de móveis de escritório tem maiores oportunidades de intervenção do ecodesign naqueles aspectos que dizem respeito ao melhoramento e re-design dos produtos, uma vez que os outros tipos de ecodesign (inovação funcional e sistêmica) envolvem processos que vão além da influência do design de uma ou inclusive de um grupo de empresas; esses processos envolvem a interação entre vários atores sociais, mudanças no sistema tecnológico e na cadeia produtiva entre outros. Por tanto, as médias empresas devem utilizar preferentemente ferramentas e técnicas de melhoramento e re-design. As empresas de grande porte têm maiores possibilidades de promover inovações funcionais e sistêmicas através, por exemplo, da implementação de sistemas de recolha pós-consumidor dos seus produtos. A metodologia proposta fornece procedimentos referentes ao melhoramento e re-design, pelo qual esta pode ser utilizada por empresas de porte médio. O resultado da aplicação de algumas técnicas incluídas no método proposto está implícito em alguns produtos de escritório tais como os sistemas de estações de trabalho, já que o design de móveis de escritório emprega várias técnicas análogas a

práticas de ecodesign – fruto da versatilidade e flexibilidade exigidos no requerimento de mobiliário nos escritórios – adotando aspectos tais como a desmontabilidade e modularidade.

Com respeito à relação ambiental entre as contínuas mudanças nos escritórios e o design de móveis de escritório, podemos afirmar que a produção destes produtos em si está passando por um processo de redução na utilização de materiais por unidade de produto produzida. Os fatores principais que possibilitam este processo são o surgimento de novas tecnologias e as mudanças no modo de trabalho dos escritórios. O surgimento de novas tecnologias de informação demanda a adaptação do mobiliário às mesmas; isso possibilita, por exemplo, a redução das dimensões nas superfícies de trabalho e a eliminação de alguns acessórios anteriormente utilizados. Assim mesmo, a necessidade de redução de custos nos escritórios provoca mudanças na organização do trabalho, o qual possibilita reduções no requerimento de mobiliário através, por exemplo, do aumento do número de empregados por estação de trabalho. De modo geral pode-se dizer que estas mudanças resultam favoráveis ao meio ambiente. No entanto este ganho é prejudicado pela renovação constante do mobiliário.

Referindo-nos à hipótese aqui apresentada, de que as mudanças no requerimento e especificações de mobiliário nos escritórios oferecem oportunidades de intervenção do ecodesign uma vez que há elementos que indicam um resultado favorável ao meio ambiente a partir de ditas mudanças, podemos afirmar que essa dinâmica oferece oportunidades para a aplicação de técnicas de ecodesign referentes à inovação funcional e inovação sistêmica. Isto pode ser observado a partir das tendências dos requerimentos de mobiliário. Segundo dados levantados na pesquisa bibliográfica, as novas tendências indicam ainda um maior dinamismo no conceito de escritório, incluindo características tais como: maior funcionalidade dos espaços de trabalho, aumento da temporalidade dos mesmos e maior concentração do trabalho de escritório no espaço físico. Como vimos anteriormente, a implementação de mudanças na função do produto para a melhoria do seu desempenho ambiental é uma prática do tipo de ecodesign chamado de inovação funcional. Assim mesmo, uma vez que a tendência indica tempos de permanência menores para as instalações de mobiliário nos escritórios, essa característica

possibilitaria a maior entrada de serviços na provisão e manejo do mobiliário, o qual poderia promover estratégias tais como o arrendamento/aluguel do mesmo. Essa estratégia também recai no campo da inovação funcional. Por outro lado, vimos que além das tendências explicadas acima, o entorno tecnológico atual torna questionável a existência física de escritórios convencionais. O *tele-trabalho* possibilita a ausência do trabalhador em escritórios centrais, o qual à sua vez possibilita o aumento do número de trabalhadores por estação de trabalho. Essas práticas poderiam promover inovações do tipo sistêmico no design dos produtos moveleiros.

## **7.2 Recomendações para trabalhos futuros**

A pesquisa foi realizada a partir do estudo de caso em uma empresa fabricante de móveis de escritório. Para obter uma visão mais ampla do fenômeno estudado, recomenda-se em trabalhos futuros tomar em conta mais elos da cadeia produtiva moveleira, tais como os fornecedores e indústrias do Setor Primário. Assim mesmo, é desejável incluir a análise da trajetória do produto uma vez que este sai da fábrica: formas de administração do mesmo por parte do cliente, usos posteriores e as formas de descarte.

No levantamento bibliográfico não foram encontradas evidências que indiquem a realização de práticas de reciclagem de mobiliário pós-consumidor na região. Referindo-nos à fabricação de chapas e painéis de madeira, segundo a pesquisa bibliográfica levantada, no Brasil ainda não existem práticas de reciclagem de resíduos de madeira para a produção desses produtos. Sugere-se a realização de estudos de viabilidade para esse tipo de iniciativas, uma vez que o consumo nacional de chapas e painéis cresce moderadamente.

Uma tendência atual da Indústria é o aumento da oferta de serviços conjuntamente com a venda do produto, ou mesmo vender somente a função associada ao produto através do aluguel, arrendamento ou *leasing* do mesmo. Esta última estratégia mostra-se favorável tanto para a performance ambiental do produto quanto para o negócio. Sugere-se aplicar estudos nessa área, tendo em vista promover práticas desse tipo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIGOS DA TERRA. Compradores de Produtos Florestais Certificados. AMIGOS DA TERRA, s.d. Disponível em <<http://compradores.amazonia.org.br>> Acesso em Jan. 2007.

AMMENBERG, J.; SUNDIN, E. Products in environmental management systems: Drivers, barriers and experiences. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, n. 4, p. 405-415, mar. 2005.

ANON. A seat at the table: how Herman Miller integrates environment into product design. *The green business letter*, abr. 2002. Disponível em <[www2.hermanmiller.com/global/canada/english/about\\_us/pdf\\_files/How%20Herman%20Miller%20Integrates%20Environment%20into%20Product%20Design.pdf](http://www2.hermanmiller.com/global/canada/english/about_us/pdf_files/How%20Herman%20Miller%20Integrates%20Environment%20into%20Product%20Design.pdf)> Acesso em Nov. 2006.

ANON. Escritórios: espaço flexível. *Rev. Vocesa*, p. 64-69, fev. 2006a.

ANON. ING Bank surpreende com projeto arrojado no Brasil. *Rev. Officestyle*, n. 82, p. 64-72, mar./abr. 2006b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO. *Panorama do setor moveleiro no Brasil*. São Paulo: Abimóvel, 2005. 57p.

BESCH, K. Product-service systems for Office furniture: barriers and opportunities on the European market. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, p. 1083-1094, 2005.

BRITISH FURNITURE MANUFACTURERS. *Wood waste recycling in furniture manufacturing: a good practice guide*. Banbury: Waste and Resources Action Programme, 2003. Disponível em <[www.wrap.org.uk](http://www.wrap.org.uk)> Acesso em Ago. 2006.

BOOTHROYD, G. Design for manufacturing and assembly: the Boothroyd-Dewhurst experience. In: HUANG, G. Q. Design for X: Concurrent engineering imperatives. London: Chapman & Hall, 1996.

BREZET, H.; ROCHA, C. Towards a model for product-oriented environmental management systems. In: CHARTER, M.; TISCHNER, U. *Sustainable solutions: developing products and services for the future*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001. p. 243-262.

BRITISH FURNITURE MANUFACTURERS. *Wood waste recycling in furniture manufacturing: a good practice guide*. Oxon: The Waste and Resources Action Programme, 2003. 36 p. Disponível em <[www.bfmenvironment.co.uk/images/wood%20wate%20recycling.pdf](http://www.bfmenvironment.co.uk/images/wood%20wate%20recycling.pdf)> Acesso em Nov. 2006.

CHARTER, M.; Managing ecodesign. In: CHARTER, M.; TISCHNER, U. *Sustainable solutions: developing products and services for the future*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001. p. 220-242.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988. 430p.

COSTA, J. C.; GOUVNHAS, R. P. As estratégias de ecodesign e o processo de desenvolvimento do produto em pequenas e médias empresas no Nordeste e Sudeste do Brasil: um estudo comparativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 4., 2003, Gramado. Disponível em <[www.ifm.org.br/congresso/inscritos/teste2.php?id\\_trabalho=401&PHPSESSID=5204ef1890f5f03fda0af3be403aadfe](http://www.ifm.org.br/congresso/inscritos/teste2.php?id_trabalho=401&PHPSESSID=5204ef1890f5f03fda0af3be403aadfe)> Acesso em Dez. 2006.

COUTINHO, L. *et al. Design na indústria brasileira de móveis*. Curitiba: Alternativa, 2001. 103p.

COUTINHO, L. Menos de 1% têm selo verde. *Rev.Veja*, n.1930, nov. 2005. p. 66-67.

EDO B.; NADAL, V.; ROMERO, S. Consideración de los requerimientos medioambientales en el diseño de productos: aplicación al diseño de mobiliario. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE PRODUCTOS, 4., s.d.,

Córdoba. Disponível em: <[www.gid.uji.es/espanol/publicaciones.htm](http://www.gid.uji.es/espanol/publicaciones.htm)> Acesso em Ago. 2006.

EKVALL, T. SETAC summaries. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, n. 13-14, p. 1351-1358, nov./dez., 2005.

ERIXON, G. Design for modularity. In: HUANG, G. Q. Design for X: Concurrent engineering imperatives. London: Chapman & Hall, 1996. p. 356-379.

GLAZEBROOK, R. *et al.* Towards a product life cycle design tool. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS & THE ENVIRONMENT, 2000, San Francisco. *2000 IEEE...* San Francisco: IEEE, 2000. p. 81-85.

GLOBESCAN. *Formative research for the climate forum: a survey of sustainability experts and in-depth interviews with climate change solution providers*. Toronto: GlobeScan Incorporated, 2006. 40p. Disponível em <[www.complusalliance.org](http://www.complusalliance.org)> Acesso em Out. 2006.

GOPALAKRISHNAN, B. *et al.* Design for Storage and Distribution. In: HUANG, G. Q. Design for X: Concurrent engineering imperatives. London: Chapman & Hall, 1996. p. 230-244.

GORINI, A. P. F. *A indústria de móveis no Brasil*. Curitiba: Alternativa, 2000. 80p.

GRAEDEL, T. E. *Streamlined life-cycle assessment*. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

GUTOWSKI, T. *et al.* Environmentally benign manufacturing: Observations from Japan, Europe and the United States. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, n. 1, p. 1-17 jan. 2005.

HAMZA, C. Eco-design and furniture: Environmental impacts of wood-based panels, surface and edge finishes. *Forest Products Journal*, v. 55, n. 11, p. 27-33, nov. 2005.

HANFT, T. A.; KROLL, E. Ease-of-disassembly evaluation in design for recycling. In: HUANG, G. Q. Design for X: Concurrent engineering imperatives. London: Chapman & Hall, 1996. p. 318-334.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Avaliação do ciclo de vida. s.d. Disponível em <[http://acv.ibict.br/normas/normasabnt.htm/document\\_view](http://acv.ibict.br/normas/normasabnt.htm/document_view)> Acesso em Mar. 2006.

INSTITUTO EUVALDO LODI. *Diagnóstico do pólo moveleiro de Ubá e região*. Belo Horizonte: IEL-MG/Intersind/Sebrae-MG, 2003. 90p.

JOHNSON, E. F.; GAY, A. Practical, customer-oriented DFE methodology. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS & THE ENVIRONMENT, 1995, Orlando. *Proceedings...*Orlando: IEEE, 1995. p. 47-50.

KEYS, L. K. System life cycle engineering and DF'X'. *Transactions on Components, Hybrids and Manufacturing Technology*, v. 13, n. 1, p. 83-93, mar. 1990.

KHALFI, A. *et al.* Influence of apparent density during the burning of wood waste furniture. *Journal of Fire Sciences*, v. 22, n. 3, p. 229-250, maio 2004.

KICHERER, A. The BASF eco-efficiency method as a sustainable decision-making tool. In: SEILER-HAUSMANN, J. -D.; LIEDTKE, C.; von WEIZSACKER, E. U. *Eco-efficiency and Beyond: Towards the Sustainable Enterprise*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2004. p. 113-122.

KRUIJSEN, J. Sustainable product innovation: the introduction of new technologies like solar cell technology. In: GREENING OF INDUSTRY NETWORK CONFERENCE, 6, 1997, Santa Barbara.

KUHNDT, M. Sustainable Business Development. In: SEILER-HAUSMANN, J. D.; LIEDTKE, C.; WEIZSACKER, E. U. von. *Eco-efficiency and Beyond: Towards the Sustainable Enterprise*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2004. p. 64-72

KUO, T.-C.; HUANG, S.H.; ZHANG, H.-C. Design for manufacture and design for 'X': Concepts, applications, and perspectives. *Computers and Industrial Engineering*, v. 41, n. 3, p. 241-260, dez. 2001.

LAVER, H. *Tinta em pó curável por UV*. Basiléia: Ciba Specialty Chemicals, s. d. Disponível em <[www.atbcr.com.br/po\\_uv.htm](http://www.atbcr.com.br/po_uv.htm)> Acesso em Out. 2006.

LEANNEY, P. G. Case experience with Hitachi, Lucas and Boothroyd-Dewhurst DFA methods. In: HUANG, G. Q. Design for X: Concurrent engineering imperatives. London: Chapman & Hall, 1996. p. 41-71.

LEE, K.-M.; PARK, P.-J. *Ecodesign: best practice of ISO/TR 14062*. Suwon: Eco-product Research Institute – Ajou University, 2005.

LENTZ, R. Sustainable solutions in less industrialized countries: the conditions and actors at state and company level for sustainable product design. In: CHARTER, M.; TISCHNER, U. *Sustainable solutions: developing products and services for the future*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001. p. 57-76.

LEWIS, H.; GERTSAKIS, J. *Design + environment: a global guide to designing greener goods*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001. 200p.

LIMA, R. M. R. de. *Aplicação da AET como contribuição ao projeto para meio ambiente com ênfase na reciclagem*. 2003. 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

LOFTHOUSE, V. Ecodesign tools for designers: defining de requirements. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 1386-1395, 2006.



MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os requisitos Ambientais dos Produtos Industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 368p.

MARQUES, E. Móvel que garante o futuro. *Rev. Decore Móbile*, mar. 2006. Disponível em <[www.emobile.com.br](http://www.emobile.com.br)> Acesso em Ago. 2006.

MENDES, R. *Patologia do trabalho*. São Paulo: Atheneu, 2003. 986p.

MIZUKI, C.; SANDBORN, P. A.; PITTS, G. Design for environment - a survey of current practices and tools. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS & THE ENVIRONMENT, 1996, Dallas. *Proceedings...* Dallas: IEEE, 1996. p. 1-6.

MUELLER, J. *et al.* Life cycle thinking for green electronics: basics in ecodesign and the UNEP/SETAC life cycle initiative. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS & THE ENVIRONMENT, 2004. *Proceedings...* IEEE, 2004. p. 193-199.

PEREIRA, A. F. Ecodesign: a nova ordem da indústria moveleira. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO, 2., 2003, Belo Horizonte. *Anais...* Viçosa: UFV, 2003. p. 156-174.

PEREIRA, A. F. Projeto AVALOR – Nivelamento em restrições técnicas: observações ambientais. Belo Horizonte: Universidade Estadual de Minas Gerais, s.d.

PRÉ CONSULTANTS. *Eco-indicator 99: a damage-oriented method for life cycle impact assessment – Manual for designers*. The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 2000. 48 p. Disponível em <[www.pre.nl/download/EI99\\_Manual.pdf](http://www.pre.nl/download/EI99_Manual.pdf)> Acesso em Nov. 2005.

ROMEIRO FILHO, E. *Projeto do produto: apostila do curso*. Belo Horizonte: LIDEP/DEP/EE/UFMG, 2004.

SANTOS-REYES, D.; LAWLOR-WRIGHT T. A design for the environment methodology to support an environmental management system. *Integrated Manufacturing Systems*, v. 12, n. 5, p. 323-332, 2001.

SCHNEIDER, V. E. Gerenciamento ambiental na indústria moveleira: estudo de caso no município de Bento Gonçalves. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, 2003, Ouro Preto. 1 CD-ROM.

SCHVANEVELDT S. Environmental performance of products: Benchmarks and tools for measuring improvement. *Benchmarking*, v. 10, n. 2, p. 136-151, 2003.

SEILER-HAUSMANN, J. -D. Sustainable politics. In: SEILER-HAUSMANN, J. -D.; LIEDTKE, C.; von WEIZSACKER, E. U. *Eco-efficiency and Beyond: Towards the Sustainable Enterprise*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2004. p. 28-33.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121 p.

SPANGENBERG, J. H. Sustainable development: from catchwords to benchmarks and operational concepts. In: CHARTER, M.; TISCHNER, U. *Sustainable solutions: developing products and services for the future*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001. p. 24-47.

SZCZERBICKI E.; DRINKWATER M. Concurrent engineering design for environment. *Cybernetics and Systems*, v. 35, n. 7-8, p. 667-681, out./dez. 2004.

THOMPSON, B. S. Environmentally-sensitive design: Leonardo was right! *Materials and Design*, v. 20, n. 1, p. 23-30, 1999.

TICHEM, M.; STORM, T. Designer support for product structuring: development of a DFX tool within the design coordination framework. *Computers in Industry*, v. 33, p. 155-163, 1997.

TISCHNER, U.; CHARTER, M. Sustainable product design. In: CHARTER, M.; TISCHNER, U. *Sustainable solutions: developing products and services for the future*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001. p. 118-138.

TUKKER, A. *et al.* Eco-design: the state of implementation in Europe: conclusions of a state of the art study for IPTS. *The journal of sustainable product design*, Holanda, v. 1, n. 3, p. 147-161, set. 2001.

UNION EUROPEENNE DE L'AMEUBLEMENT. A página dos resíduos do mobiliário. Disponível em <[www.ueanet.com/furniturewaste/frame4.htm](http://www.ueanet.com/furniturewaste/frame4.htm)> Acesso em Jul. 2006.

VAAJASAARI, K. *et al.* Hazardous properties of paint residues from the furniture industry. *Journal of Hazardous Materials*, v. 106, n. 2-3, p. 71-79, jan. 2004.

van BERKEL, R.; van KAMPEN, M.; KORTMAN, J. Opportunities and constraints for Product-oriented Environmental Management Systems (P-EMS). *Journal of Cleaner Production*, v. 7, n. 6, p. 447-455, 1999.

van HEMEL, C. G. What sustainable solutions do small and medium-sized enterprises prefer? In: CHARTER, M.; TISCHNER, U. *Sustainable solutions: developing products and services for the future*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001. p. 188-202.

van HEMEL, C. G.; KELDMANN, T. Applying “Design for X” experience in Design for Environment. In: HUANG, G. Q. *Design for X: Concurrent engineering imperatives*. London: Chapman & Hall, 1996. p. 72-95.

VENZKE, C. S. *A situação do ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS: análise da postura e das práticas ambientais*. 2001. 125 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VERKUIJL, M.; TISCHNER, U.; NICKEL R. *Product services in the need area 'offices'*. Cologne: Suspronet, 2004. Disponível em <[www.suspronet.org](http://www.suspronet.org)> Acesso em Nov. 2006.

VIGON B. W.; CURRAN, M. A. Life-cycle improvements analysis: procedure development and demonstration. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS & THE ENVIRONMENT, 1993. *Proceedings...IEEE*, 1993. p. 151-156.

WORLD BUSSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Medir a eco-eficiência: um guia para comunicar o desempenho da empresa*. Portugal: BCSD Portugal, 2000. 36p. Disponível em <[www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)> Acesso em Dez. 2006.

WILKE, E. Projeto AVALOR – Nivelamento em restrições técnicas: Material e processos construtivos. Belo Horizonte: Universidade do Estado de Minas Gerais, s.d.a.

WILKE, E. Projeto AVALOR – Nivelamento em restrições técnicas: Material, equipamentos e restrições econômicas. Belo Horizonte: Universidade dos Estado de Minas Gerais, s.d.b.

YIN, R. K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205p.

ZHANG, Y.; WANG, H.-P.; ZHANG, C. Green QFD-II: a life cycle approach for environmentally conscious manufacturing by integrating LCA and LCC into QFD matrices. *International Journal of Production Resources*, v. 37, n. 5, p. 1075-1091, 1999.

## ANEXO A – Formulário para o cálculo do Eco-indicador

Produto ou componente	Projeto		
Data	Autor		
Notas e conclusões			
<b>Produção</b>			
Materiais, processos, transporte e energia extra			
<b>material ou processo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>
Total			
<b>Uso</b>			
Transporte, energia e qualquer material adicional			
<b>Processo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>
Total			
<b>Descarte</b>			
Processos de descarte por cada tipo de material			
<b>material e tipo de processo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>
Total			
<b>Total (todas as fases)</b>			

## **ANEXO B – Lista de checagem para o design de móveis**

### **Materiais**

- Minimizar a quantidade de materiais sem comprometer a função, qualidade, aspectos estéticos ou padrões aplicáveis.
- Usar materiais ambientalmente melhorados quando possível. Poderia incluir o uso de:
  - Materiais com conteúdo reciclado (preferencialmente pós-consumidor)
  - Materiais livres de qualquer substância tóxica
  - Materiais produzidos com o uso de produção mais limpa ou técnicas de prevenção da poluição
  - Materiais provenientes de fontes renováveis
  - Materiais corriqueiramente reciclados e sustentados por sistemas de coleta e esquemas de recolha do produto
  - Materiais produzidos mediante processos que não sejam intensivos em energia
  - Materiais que não contribuem à síndrome do prédio doente ou outros problemas da qualidade do ar nos interiores
  - Materiais não degradantes da camada de ozônioassim como:
  - Redução da diversidade dos tipos de materiais para facilitar a reciclagem no final do ciclo de vida
  - Especificação do uso de materiais reciclados em componentes não-críticos onde a performance, cor, design superficial ou outras qualidades visuais não sejam aspectos chave do design
- Utilizar materiais de madeiras provenientes de plantações manejadas sustentavelmente e que sejam correspondentemente certificadas
- Evitar materiais de madeira com conteúdo de substâncias perigosas ou tóxicas, com particular atenção ao uso reduzido de uréia formaldeído
- Especificar o uso de materiais de madeira que:

- Sejam da mínima quantidade requerida para atender necessidades estruturais e/ou funcionais
- Tenham a maior quantidade possível de conteúdo reciclado
- Tenham o menor conteúdo de energia incorporado
- Investigar potencial para eliminar o uso de têxteis em algumas aplicações ou componentes.
- Especificar o uso de têxteis com níveis melhorados de performance ambiental; por exemplo, eles deveriam ser:
  - Materiais reciclados pós-consumidor
  - Cerzidos, tecidos ou tingidos com o uso de métodos de Produção Mais Limpa
  - De fontes de fibra natural proveniente de operações agrícolas sustentáveis e correspondentemente certificadas.
- Considerar as implicações de restauração e reciclagem quando se especificam têxteis e quando se projetam métodos de fixação.

### **Manufatura**

- Reduzir o número de componentes e montagens
- Eliminar e minimizar retalhos, subprodutos e outras perdas de material
- Minimizar os tipos ou diversidade de materiais
- Integrar funções e simplificar montagens
- Selecionar materiais de baixo impacto ambiental e métodos que eliminem ou reduzam significativamente quaisquer entrada de materiais perigosos ou tóxicos
- Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes
- Eliminar o uso de pinturas e acabamentos com conteúdo de metais

### **Uso**

- Prestar atenção a materiais e qualidades sensoriais que poderiam contribuir positivamente a criar um saudável, vibrante e produtivo espaço de trabalho

através do uso inovativo das cores, texturas, design da superfície e assim por diante

- Assegurar que ajustes e reparos menores sejam possíveis de tal forma que esses aspectos não sejam um fator contribuinte à obsolescência prematura e descarte desnecessário

### **Durabilidade**

- Identificar e eliminar pontos delicados no design, particularmente em partes operacionais
- Assegurar que o produto esteja projetado para um provável mal-uso assim como para o uso pretendido
- Projetar para um serviço viável e econômico de manutenção

### **Design para desmontagem**

- Minimizar o número de componentes separados
- Evitar colas, grampos e parafusos de metal em favor de dispositivos de desmontagem rápida
- Usar fixadores de material compatível com as partes afixadas
- Projetar juntas e pontos de interconexão de forma que os componentes sejam acessíveis para serem abertos, desprendidos ou separados manualmente
- Projetar o produto como uma série de blocos ou módulos de fácil acesso
- Usar símbolos estampados de identificação para materiais plásticos
- Minimizar o número de materiais diferentes
- Localizar as partes não recicláveis numa área que seja de fácil remoção e descarte

### **Reciclagem**

- Especificar o número mínimo de tipos de materiais



- Usar símbolos relevantes ou códigos para identificar tipos de materiais para reciclagem
- Assegurar que a separação e identificação dos tipos de material possam ser realizados rapidamente, com segurança e sem nenhuma contaminação
- Evitar a contaminação metálica dos plásticos na sua separação (por exemplo, é preferível ter contaminação de plásticos a partir de metal recuperado e componentes de liga)
- Evitar o uso de compósitos e laminados
- Usar ferragens e fixadores que eliminem a contaminação entre materiais
- Evitar adesivos não similares com os materiais sendo juntados, para evitar posteriores contaminações
- Estabelecer no design qualquer reuso potencial possível dos materiais, quando possível

### **Descarte**

- Rotular componentes potencialmente problemáticos com instruções de descarte seguro
- Evitar o uso de substâncias tóxicas ou perigosas e materiais ou componentes problemáticos

## ANEXO C – Requerimentos de manejo do mobiliário para vigência da garantia

As mercadorias da Nota Fiscal n° \_\_\_\_\_ data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ /2000 foram conferidas na fabricação, acabamentos e quantidade das peças. Pessoa responsável deverá estar atenta ao descarregamento para conferir e evitar que as peças possam sofrer quedas, esbarrões, ou outros danos. Depois de desembaladas não colocá-las empilhadas umas às outras sem proteção entre as mesmas. A falta deste cuidado pode ocasionar arranhões na pintura ou verniz. Os vidros deverão ser desembalados e conferidos na hora da entrega. A montagem dos móveis deverá ser efetuada por pessoas habilitadas tecnicamente pela empresa. O não cumprimento destas orientações exime a empresa de qualquer responsabilidade quanto à falta de componentes ou aos possíveis danos causados na mercadoria.

### CUIDADOS PARA A LIMPEZA E CONSERVAÇÃO DAS PEÇAS

A não observância das instruções abaixo implicará na perda imediata da garantia

TIPO DE MOBILIA	LIMPEZA NORMAL	EM CASO DE MANCHAS UTILIZAR	NAO UTILIZAR
<b>Móveis envernizados (revestidos em lâminas de madeira)</b>	Remova a camada mais grossa de poeira com espanador para não arranhar. Em seguida, passe um pano limpo. Para dar mais brilho, passe um pano umedecido com lustra móveis e lustre com flanela.		Varsol; palha de aço; abrasivos; cera.
<b>Móveis pintados – MDF</b>	Utilize um pano limpo e úmido com sabão de coco ou detergente neutro.	Alcool para manchas mais resistentes	Idem acima.
<b>Móveis encerados – (revestidos com lâmina de madeira)</b>	Utilize uma flanela macia e seca.	Procurar empresa especializada em manutenção e limpeza.	Móveis com acabamento encerado exigem cuidado redobrado. Não apoiar sobre o tampo copos ou xícaras sem proteção na base, ou qualquer objeto úmido. Nunca utilizar pano úmido para limpeza; varsol; querosene; palha de aço e outros abrasivos; saponáceo, sabão ou detergente; produtos químicos que contenham compostos clorados.
<b>(1) Laminados de alta e baixa pressão – fórmicas, madeplac e texturizados</b>	Utilize sabão de coco ou detergente neutro ou álcool e um pano macio. Complete a operação dando brilho com uma flanela limpa e seca. O amoníaco poderá ser utilizado para limpeza diluído à proporção de 03 colheres (sopa) para 01 de água.	Alcool para manchas de tinta de caneta; acetona para remover esmalte de unhas; thinner para manchas de tinta à base de thinner; toulol para manchas de cola de contato (neoprene). Troque o pano várias vezes restringindo a limpeza apenas à área afetada de modo que a cola não se espalhe.	Idem acima
<b>(2) Estofados e painéis em tecido</b>	Antes de limpar com substâncias líquidas, retire o excesso de pó com um aspirador sem escova. Utilize um pano limpo e úmido com água fria para retirar poeira e sujeiras leves. A secagem deve ser feita na sombra, em temperatura ambiente.	Para uma intervenção rápida, limpe a mancha com pano úmido a partir das bordas em direção ao centro. Se a mancha for à base de óleo, use um pano com solvente. Nunca aplique o solvente diretamente no tecido. Tecidos de lã – manchas de graxas e óleos, lavar a seco com solventes orgânicos; Tecidos poliéster – lavar com sabão neutro e água fria. Secar à sombra em temperatura ambiente.	Sabão ou detergente; Produtos químicos que contenham compostos clorados; Escovas ou outros abrasivos.
<b>(3) Estofados em couro sintético ou ecológico</b>	Utilizar um pano limpo e úmido com sabão de coco ou detergente neutro. Dar brilho com flanela limpa e seca.		
<b>Aço escovado ou alumínio polido</b>	Retire o pó, com flanela seca, ou pano macio levemente umedecido com água. Os movimentos de limpeza com o pano dever sempre acompanhar o sentido das estrias na peça, evitando-se passá-lo com movimentos circulares.	O aço escovado ou o alumínio polido podem alterar o brilho e a aparência com o contato contínuo das mãos. Ao perceber uma pequena alteração na aparência, inicie a manutenção semanal com polidores específicos para alumínio. Para dar brilho no aço escovado, use glicerina (vaselina) líquida com pano macio até a total absorção.	Nunca use produtos químicos, esponja de aço ou qualquer material que arranhe a superfície de seu móvel.
(1) Para laminados de alta pressão, há manchas que só podem ser retiradas até 16 horas após o contato: batom, esmalte de unhas, água oxigenada, café, chá, bebidas alcoólicas, refrigerantes, vinagre de vinho, sangue, urina e tinta de caneta.			
(2) É recomendável que em tecidos de lã e poliéster seja feita aplicação de um protetor, tomando o tecido repelente contra manchas de água, óleos e poeira.			
(3) O produto não é resistente a manchas de iodo e canetas esferográficas.			

## ANEXO D – Indicadores ambientais para avaliação do impacto\*

### Produção de metais ferrosos (em milipontos por kg)

	Indicador	Descrição
Ferro fundido	240	Fundição de ferro composto com >2% de carbono
Aço puro	94	Material em bloco contendo somente aço primário
Eletro-Aço	24	Material em bloco contendo somente resíduos secundários
Aço	86	Material em bloco contendo 80% de ferro primário, 20% de sucata
Liga de aço A	910	Material em bloco contendo 71% de ferro primário, 16% Cr, 13% Ni
Liga de aço B	110	Material em bloco contendo 93% de ferro primário, 5% de sucata, 1% de ligas de metal

### Produção de metais não-ferrosos (em milipontos por kg)

	Indicador	Descrição
Alumínio 100% reciclado	60	Bloco contendo somente material secundário
Alumínio 0% reciclado	780	Bloco contendo somente material primário
Cromo	970	Bloco contendo somente material primário
Cobre	1400	Bloco contendo somente material primário
Chumbo	640	Bloco contendo 50% de chumbo secundário
Níquel enriquecido	5200	Bloco contendo somente material primário
Paládio enriquecido	4600000	Bloco contendo somente material primário
Platino	7000000	Bloco contendo somente material primário
Rádio enriquecido	12000000	Bloco contendo somente material primário
Zinco	3200	Bloco contendo somente material primário (qualidade de platinagem)

### Processamento de metais (em milipontos por kg)

	Indicador	Descrição
Dobragem de alumínio	0.000047	Uma lâmina de 1mm com largura de 1m; dobragem 900
Dobragem de aço	0.00008	Uma lâmina de 1mm com largura de 1m; dobragem 900
Dobragem de RVS	0.00011	Uma lâmina de 1mm com largura de 1m; dobragem 900
Bronzeamento	4000	Por kg bronzeado, incluindo material de bronzeamento (45% prata, 27% cobre, 25% estanho)
Laminação	18	Por redução da espessura de 1mm de chapa de 1m <sup>2</sup>
Platinagem com cromo eletrolítico	1100	Por m <sup>2</sup> , 1m de espessura, ambos os lados; dados pouco precisos
Galvanização eletrolítica	130	Por m <sup>2</sup> , 2.5m de espessura, ambos os lados; dados pouco precisos
Extrusão de alumínio	72	Por kg
Usinagem, torneamento, furação	800	Por dm <sup>3</sup> de material removido, sem produção do material removido
Prensagem	23	Por kg de metal deformado. Não inclui partes não deformadas
Solda ponto de alumínio	2.7	Por solda de 7mm de diâmetro, grossura de lâmina de 2mm
Tosquiagem/estampagem alumínio	0.000036	Por mm <sup>2</sup> de superfície cortada
Tosquiagem/estampagem aço	0.00006	Por mm <sup>2</sup> de superfície cortada
Tosquiagem/estampagem RVS	0.000086	Por mm <sup>2</sup> de superfície cortada
Produção de lâminas	30	Por kg de produção, sem contar o material em bloco
Zincagem	4300	(Zincagem Sendzimir) por m <sup>2</sup> , 20-45m de espessura, incluindo zinco
Galvanização quente	3300	Por m <sup>2</sup> , 100m de grossura, incluindo zinco
Zincagem (conversão)	49	Por m <sup>2</sup> , 1m camada extra, incluindo zinco

\* (Tradução nossa)

**Produção de plástico granulado (em milipontos por kg)**

	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
ABS	400	
PEAD	330	
PEBD	360	
PA 6.6	630	
PC	510	
PET	380	
PET	390	Usado em garrafas
PP	330	
PS (GPPS)	370	Propósitos gerais
PS (HIPS)	360	Alto impacto
PS (EPS)	360	Expansível
PUR absorção de energia	490	
PUR espuma de bloco flexível	480	Para móveis, colchoaria, roupas
PUR espuma rígida	420	Usada em bens brancos, insuflação, material de construção
PUR espuma semi-rígida	480	
PVC alto impacto	280	Sem estabilizador de metal (Pb ou Ba) e sem plastificador
PVC rígido	270	PVC rígido com 10% de plastificadores (estimação bruta)
PVC (flexível)	240	PVC flexível com 50% de plastificadores (estimação bruta)
PVDC	440	Para pinturas finas

**Processamento de plásticos (em milipontos por kg)**

	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
Sopro lâminas PE	2.1	Por kg de PE granulado, sem produção do PE. Lâminas a serem usadas em sacolas
Calandragem lâminas de PVC	3.7	Por kg de PVC granulado, sem produção do PVC
Moldagem de injeção – 1	21	Por kg de PE, PP, PS, ABS, sem produção do material
Moldagem de injeção – 2	44	Por kg de PVC, PC, sem produção do material
Usinagem, torneamento, furação	6.4	Por dm3 de material trabalhado, sem produção do material removido
Prensagem	6.4	Por kg
Moldagem injeção PUR	12	Por kg, sem produção do PUR e outros possíveis componentes
Soldagem ultra-sônica	0.098	Por m de extensão soldado
Formação com vácuo	9.1	Por kg de material, sem produção do material

**Produção de borracha (em milipontos por kg)**

	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
Borracha EPDM	360	Vulcanizada com 44% de carbono, incluindo moldagem

**Produção de materiais para embalagem (em milipontos por kg)**

	Indicador	Descrição
Papelão para embalagem	69	Absorção de CO <sub>2</sub> na etapa de crescimento desconsiderada
Papel	96	Contendo 65% de papel residual, absorção de CO <sub>2</sub> na etapa de crescimento desconsiderada
Vidro (marrom)	50	Vidro para embalagem contendo 61% de vidro reciclado
Vidro (verde)	51	Vidro para embalagem contendo 99% de vidro reciclado
Vidro (branco)	58	Vidro para embalagem contendo 55% de vidro reciclado

**Produção de químicos e outros (em milipontos por kg)**

	Indicador	Descrição
Amônia	160	NH <sub>3</sub>
Argônio	7.8	Gás inerte, usado em luminárias, soldagem de metais reativos como o alumínio
Bentonita	13	Usado em ladeiras, porcelana, etc.
Carvão preto	180	Usado para coloração
Químicos inorgânicos	53	Valor médio para a produção de químicos inorgânicos
Químicos orgânicos	99	Valor médio para a produção de químicos orgânicos
Cloro	38	Cl <sub>2</sub> . Produzido com processo de produção diafragmático (tecnologia moderna)
Dimetil p-ftalato	190	Usado como plastificador para PVC
Etileno óxido/glicol	330	Usado como solvente industrial e agente de limpeza
Combustível	180	Produção do combustível somente. Combustão excluída
Gasolina	210	Produção do combustível somente. Combustão excluída
Diesel	180	Produção do combustível somente. Combustão excluída
H <sub>2</sub>	830	Hidrogênio. Usado para processos de redução
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22	Ácido sulfúrico. Usado para limpeza e oxidação
HCl	39	Ácido clorídrico, usado no processamento de metais e limpeza
HF	140	Ácido fluorídrico
N <sub>2</sub>	12	Gás nitrogênio. Usado como uma atmosfera inerte
NaCl	6.6	Cloro de sódio
NaOH	38	Soda caustica
HNO <sub>3</sub>	55	Ácido nítrico. Usado para oxidação de metais
O <sub>2</sub>	12	Gás oxigênio
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	99	Ácido fosfórico. Usado no preparo de fertilizantes
Propileno glicol	200	Usado como anti-congelante, e como solvente
R134a (esfriante)	150	Produção de R134a somente. A emissão de 1kg de R134a gera 7300 mPt
R22 (esfriante)	240	Produção de R22 somente. A emissão de 1kg de R134a gera 8400 mPt
Silicato	60	Usado na produção do gel sílica, detergente e limpeza de metais
Soda	45	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . Usado em detergentes
Uréia	130	Usado em fertilizantes
Água descarbonatada	0.0026	Processo somente, feitos na água do solo desconsiderada
Água desmineralizada	0.026	Processo somente, feitos na água do solo desconsiderada
Zeolita	160	Usado para processos de absorção e em detergentes

**Produção de materiais de construção (em milipontos por kg)**

	Indicador	Descrição
Verniz	520	Produção + emissões durante o uso do verniz, contendo 55% de solventes
Cimento	20	Cimento Portland
Cerâmicos	28	Tijolos, etc.
Concreto não-reforçado	3.8	Concreto com uma densidade de 2200 kg/m <sup>3</sup>
Vidro plano revestido	51	Usado para janelas, revestimento de estanho, prata e níquel (77 g/m <sup>2</sup> )
Vidro plano não-revestido	49	Usado para janelas
Gesso	9.9	Selenita. Usado para preenchimento
Cascalho	0.84	Extração e transporte
Cal (queimada)	28	CaO. Usada para a produção de cimento e concreto. Pode também ser usada como base forte
Cal (hidratada)	21	Ca(OH) <sub>2</sub> . Usada para a produção de argamassa
Lã mineral	61	Usada para insulação
Estrutura maciça	1500	Estimação por m <sup>3</sup> (concreto) de volume construído (bens principais)
Estrutura de construção metálica	4300	Estimação por m <sup>3</sup> de volume construído (bens principais)
Areia	0.82	Extração e transporte
Painel de madeira	39	Madeira europeia (critérios FSC), absorção de CO <sub>2</sub> em etapa de crescimento desconsiderada
Madeira maciça	6.6	Madeira europeia (critérios FSC), absorção de CO <sub>2</sub> em etapa de crescimento desconsiderada
Uso da terra	45	Ocupação como região urbana por m <sup>2</sup> ano

**Calor (em milipontos por MJ)**

	Indicador	Descrição
Calor de briquete de carvão (estufa)	4.6	Combustão de carvão em um forno de 5-15 kW
Calor de carvão (forno industrial)	4.2	Combustão de carvão em um forno industrial (1-10 kW)
Calor de briquete de linhita	3.2	Combustão de linhita em um forno de 5-15 kW
Calor de gás (caldeira)	5.4	Combustão de gás em uma caldeira atmosférica (<100kW) com NOx baixo
Calor de gás (forno industrial)	5.3	Combustão de gás em um forno industrial (>100kW) com NOx baixo
Calor de óleo (caldeira)	5.6	Combustão de óleo em um forno de 10 kW
Calor de óleo (forno industrial)	11	Combustão de óleo em forno industrial
Calor de madeira	1.6	Combustão de madeira, absorção de CO <sub>2</sub> e emissão desconsiderada

**Energia solar (em milipontos por kWh)**

	Indicador	Descrição
Eletricidade de fachada m-Si	9.7	Instalação pequena (3 kWp) com células mono-cristalinas, usada em estruturas de fachada
Eletricidade de fachada p-Si	14	Instalação pequena (3 kWp) com células poli-cristalinas, usada em estruturas de fachada
Eletricidade de teto m-Si	7.2	Instalação pequena (3 kWp) com células mono-cristalinas, usada em estruturas de teto
Eletricidade de teto p-Si	10	Instalação pequena (3 kWp) com células poli-cristalinas, usada em estruturas de teto

**Eletricidade (em milipontos por kWh)**

	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
Eletricidade HV Europa (UCPTE)	22	Alta voltagem (> 24 kVolt)
Eletricidade MV Europa (UCPTE)	22	Média voltagem (1 kV - 24 kVolt)
Eletricidade LV Europa (UPCTE)	26	Baixa voltagem (< 1000Volt)
Eletricidade LV Áustria	18	Baixa voltagem (< 1000Volt)
Eletricidade LV Bélgica	22	Baixa voltagem (< 1000Volt)
Eletricidade LV Suíça	8.4	Baixa voltagem (< 1000Volt)
Eletricidade LV Inglaterra	33	Baixa voltagem (< 1000Volt)
Eletricidade LV França	8.9	Baixa voltagem (< 1000Volt)
Eletricidade LV Grécia	61	Baixa voltagem (< 1000Volt)
Eletricidade LV Itália	47	Baixa voltagem (< 1000Volt)
Eletricidade LV Holanda	37	Baixa voltagem (< 1000Volt)
Eletricidade LV Portugal	46	Baixa voltagem (< 1000Volt)

**Transporte (em milipontos por tkm)**

	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
		Incluindo a produção do combustível
Van para entregas <3.5t	140	Transporte com 30% de carga, 33% de gasolina leve, 38% de gasolina pesada 29% diesel (38% sem catalisador) (média europeia, incluindo retorno)
Caminhão 16t	34	Transporte com 40% de carga (média europeia incluindo retorno)
Caminhão 28t	22	Transporte com 40% de carga (média europeia incluindo retorno)
Caminhão 28t (volume)	8	Transporte por m3km. Usar quando o volume em lugar do peso é fator limitante
Caminhão 40t	15	Transporte com 50% de carga (média europeia incluindo retorno)
Carro de passageiros W-Europa	29	Transporte por km
Transporte ferroviário	3.9	Transporte ferroviário, 20% diesel e 80% trens elétricos
Caminhão-tanque interno	5	Transporte de água com 65% de carga (média europeia, incluindo retorno)
Caminhão-tanque oceânico	0.8	Transporte de água com 54% de carga (média europeia, incluindo retorno)
Navio cargueiro interno	5.1	Transporte de água com 70% de carga (média europeia, incluindo retorno)
Navio cargueiro oceânico	1.1	Transporte de água com 70% de carga (média europeia, incluindo retorno)
Transporte aéreo médio	78	Transporte aéreo com 78% de carga (média de todos os vôos)
Transporte aéreo continental	120	Transporte aéreo em um Boeing 737 com 62% de carga (média de todos os vôos)
Transporte aéreo intercontinental	80	Transporte aéreo em um Boeing 747 com 78% de carga (média de todos os vôos)
Transporte aéreo intercontinental	72	Transporte aéreo em um Boeing 767 ou MD 11 com 71% de carga (média de todos os vôos)

**Reciclagem de resíduos (em milipontos por kg)**

Indicador	Descrição		
	Total	Processo	Produto
			A carga ambiental do processo de reciclagem e o produto evitado difere de caso em caso. Os valores são um exemplo para materiais primários.
Reciclagem PE	-240	86	-330
Reciclagem PP	-210	86	-300
Reciclagem OS	-240	86	-330
Reciclagem PVC	-170	86	-250
Reciclagem papel	-1.2	32	-33
Reciclagem papelão	-8.3	41	-50
Reciclagem vidro	-15	51	-66
Reciclagem alumínio	-720	60	-780
Reciclagem metais ferrosos	-70	24	-94

**Tratamento de resíduos (em milipontos por kg)**

Indicador	Descrição	
<b>Incineração</b>	Incineração em uma planta de incineração de resíduos na Europa. Cenário médio para recuperação de energia. 22% dos resíduos municipais na Europa são incinerados.	
Incineração PE	-19	Indicador pode ser usado para PEAD e PEBD
Incineração PP	-13	
Incineração PUR	2.8	Indicador pode ser usado para todos os tipos de PUR
Incineração PET	-6.3	
Incineração OS	-5.3	Relativamente pouco rendimento de energia, pode ser também usado para ABS, HIPS, GPPS, EPS
Incineração nylon	1.1	Relativamente pouco rendimento de energia
Incineração PVC	37	Relativamente pouco rendimento de energia
Incineração PVDC	66	Relativamente pouco rendimento de energia
Incineração papel	-12	Alta recuperação de energia, emissão de CO <sub>2</sub> desconsiderada
Incineração papelão	-12	Alta recuperação de energia, emissão de CO <sub>2</sub> desconsiderada
Incineração aço	-32	40% de separação magnética para reciclagem, evitando ferro cru (media europeia)
Incineração alumínio	-110	15% de separação magnética para reciclagem, evitando alumínio primário
Incineração vidro	5.1	Material quase inerte, indicador pode ser usado para outros materiais inertes
<b>Aterro</b>	Sítio de aterro controlado. 78% dos resíduos municipais na Europa são aterrados	
Aterro PE	3.9	
Aterro PP	3.5	
Aterro PET	3.1	
Aterro OS	4.1	Indicador pode ser usado também para o aterro de ABS
Aterro espuma EPS	7.4	Espuma PS, 40 kg/m <sup>3</sup> , grande volume
Aterro espuma 20 kg/m <sup>3</sup>	9.7	Aterro de espuma como PUR com 20 kg/m <sup>3</sup>
Aterro espuma 100 kg/m <sup>3</sup>	4.3	Aterro de espuma como PUR com 100 kg/m <sup>3</sup>
Aterro nylon	3.6	
Aterro PVC	2.8	Excluindo chorume do estabilizador de metal
Aterro PVDC	2.2	
Aterro papel	4.3	Emissões de CO <sub>2</sub> e metano desconsideradas
Aterro papelão	4.2	Emissões de CO <sub>2</sub> e metano desconsideradas
Aterro vidro	1.4	Material quase inerte, indicador também pode ser usado para outros materiais inertes
Aterro aço	1.4	Material quase inerte em aterro, indicador pode ser usado para metais ferrosos



Aterro alumínio	1.4	Material quase inerte em aterro, indicador é válido para alumínio primário e reciclado
Aterro de 1 m <sup>3</sup> de volume	140	Aterro de volume por m <sup>3</sup> , uso de resíduos volumosos, tais como espuma e produtos
<b>Resíduos municipais</b>		Na Europa, 22% dos resíduos municipais são incinerados, 78% são aterrados. Indicador não-válido para resíduos volumosos e materiais secundários
Resíduos municipais PE	-1.1	
Resíduos municipais PP	-0.13	
Resíduos municipais PET	1	
Resíduos municipais PS	2	Não-válido para produtos de espuma
Resíduos municipais nylon	3.1	
Resíduos municipais PVC	10	
Resíduos municipais PVDC	16	
Resíduos municipais papel	0.71	
Resíduos municipais papelão	0.64	
Resíduos municipais aço ECCS	-5.9	Válido para aço primário somente
Resíduos municipais alumínio	-23	Válido para alumínio primário somente
Resíduos municipais vidro	2.2	
<b>Resíduos domésticos</b>		Separação pelos consumidores para reciclagem (cenário médio europeu)
Papel	-0.13	44% separado pelos consumidores
Papelão	-3.3	44% separado pelos consumidores
Vidro	-6.9	52% separado pelos consumidores

## ANEXO E – Relação entre os parâmetros ambientais e as estratégias de ecodesign

Etapa do ciclo de vida	Parâmetro ambiental	Estratégias de ecodesign
Aquisição dos materiais	Conteúdo de substâncias perigosas/tóxicas	Selecionar materiais de baixo impacto ambiental
		Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes
		Eliminar o uso de pinturas e acabamentos com conteúdo de metais
		Evitar materiais de madeira com conteúdo de substâncias perigosas ou tóxicas, com particular atenção ao uso reduzido de uréia formaldeído
	Área das superfícies e painéis de madeira	Especificar o uso de materiais de madeira que sejam da mínima quantidade requerida para atender necessidades estruturais e/ou funcionais
	Quantidade de ferragens/acessórios	Reduzir o número de componentes e montagens
		Minimizar os tipos ou diversidade de materiais
		Evitar colas, grampos e parafusos de metal em favor de dispositivos de desmontagem rápida
	Número de peças	Reduzir o número de componentes e montagens
		Minimizar os tipos ou diversidade de materiais
		Integrar funções e simplificar montagens
	Peso total	Minimizar a quantidade de materiais sem comprometer a função, qualidade, aspectos estéticos ou padrões aplicáveis
		Reduzir o número de componentes e montagens
		Integrar funções e simplificar montagens
	Número de tipos de materiais	Minimizar os tipos ou diversidade de materiais
Integrar funções e simplificar montagens		
Indicador ambiental do material	Selecionar materiais de baixo impacto ambiental	
	Substituição de materiais	
	Usar materiais ambientalmente melhorados quando possível	
	Utilizar materiais de madeiras provenientes de plantações manejadas sustentavelmente e que sejam correspondentemente certificadas	
Conteúdo de material reciclado	Usar materiais com conteúdo reciclado (preferencialmente pós-consumidor)	
	Reutilizar colunas e perfis de metal estruturas de suporte, etc.	
	Especificação do uso de materiais reciclados em componentes não-críticos onde a performance, cor, design superficial ou outras qualidades visuais não sejam aspectos chave do design	
Número de superfícies fixadas com adesivos	Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes	
	Evitar colas, grampos e parafusos de metal em favor de dispositivos de desmontagem rápida	
Transporte	Volume do móvel transportado	Projetar o produto como uma série de blocos ou módulos de fácil acesso
		Minimizar a quantidade de materiais sem comprometer a função, qualidade, aspectos estéticos ou padrões aplicáveis
		Reduzir o número de componentes e montagens
		Integrar funções e simplificar montagens
	Peso total	Minimizar a quantidade de materiais sem comprometer a função, qualidade, aspectos estéticos ou padrões aplicáveis
		Reduzir o número de componentes e montagens
		Integrar funções e simplificar montagens

Transporte	Proporção peso/volume	Minimizar a quantidade de materiais sem comprometer a função, qualidade, aspectos estéticos ou padrões aplicáveis
		Reduzir o número de componentes e montagens
		Integrar funções e simplificar montagens
Uso	Quantidade de uréia-formaldeído e outras substâncias que afetam a qualidade do ar	Usar materiais livres de qualquer substância tóxica
		Usar materiais que não contribuem à síndrome do prédio doente ou outros problemas da qualidade do ar nos interiores
	Número de módulos inseridos no móvel	Projetar o produto como uma série de blocos ou módulos de fácil acesso
		Projetar juntas e pontos de interconexão de forma que os componentes sejam acessíveis para serem abertos, desprendidos ou separados manualmente
	Durabilidade	Possibilitar períodos de uso posteriores
		Incluir serviços de manutenção, reparo e melhoramento
Aumentar resistência dos móveis		
	Identificar e eliminar pontos delicados no design, particularmente em partes operacionais	
	Assegurar que o produto esteja projetado para um provável mal-uso assim como para o uso pretendido	
Descarte	Conteúdo de material reciclável	Usar materiais corriqueiramente reciclados e sustentados por sistemas de coleta e esquemas de recolha do produto
	Número de tipos de materiais	Minimizar os tipos ou diversidade de materiais
		Minimizar o número de materiais diferentes
	Tempo de desmontagem	Reduzir o número de componentes e montagens
		Integrar funções e simplificar montagens
		Evitar colas, grampos e parafusos de metal em favor de dispositivos de desmontagem rápida
		Usar fixadores de material compatível com as partes afixadas
		Projetar juntas e pontos de interconexão de forma que os componentes sejam acessíveis para serem abertos, desprendidos ou separados manualmente
		Projetar o produto como uma série de blocos ou módulos de fácil acesso
	Número de ferramentas de desmontagem	Facilitar desmontagem
		Projetar juntas e pontos de interconexão de forma que os componentes sejam acessíveis para serem abertos, desprendidos ou separados manualmente
		Reduzir o número de componentes e montagens
	Marcação dos materiais	Facilitar desmontagem
		Usar símbolos relevantes ou códigos para identificar tipos de materiais para reciclagem
Rotular componentes potencialmente problemáticos com instruções de descarte seguro		
Número total de peças	Usar símbolos estampados de identificação para materiais plásticos	
	Reduzir o número de componentes e montagens	
	Minimizar os tipos ou diversidade de materiais	
	Integrar funções e simplificar montagens	

## ANEXO F – Relação entre as estratégias de ecodesign e a lista de checagem para a etapa de manufatura

<b>Categoria</b>	<b>Lista de checagem</b>	<b>Estratégias de ecodesign</b>
Insumos	Usar preferentemente insumos de materiais renováveis	Usar materiais provenientes de fontes renováveis
		Usar materiais produzidos mediante processos que não sejam intensivos em energia
	Reciclar insumos quando possível	Eliminar e minimizar retalhos, subprodutos e outras perdas de material
	Usar insumos ambientalmente aceitáveis	Usar materiais ambientalmente melhorados quando possível
		Usar materiais provenientes de fontes renováveis
		Usar materiais produzidos mediante processos que não são intensivos em energia
	Evitar insumos com conteúdo de materiais perigosos	Usar materiais livres de qualquer substância tóxica
		Usar materiais que não contribuam à síndrome do prédio doente ou outros problemas da qualidade do ar nos interiores
		Selecionar materiais de baixo impacto ambiental e métodos que eliminem ou reduzam significativamente qualquer entrada de materiais perigosos ou tóxicos
		Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes
Eliminar o uso de pinturas e acabamentos com conteúdo de metais		
Energia	Usar tecnologias de produção energeticamente eficientes	Usar materiais produzidos mediante processos que não sejam intensivos em energia
	Reduzir o consumo de energia através de um ótimo processo de design	Usar materiais produzidos mediante processos que não sejam intensivos em energia
		Usar materiais produzidos com o uso de produção mais limpa ou técnicas de prevenção da poluição
		Especificar o uso de materiais de madeira que tenham o menor conteúdo de energia incorporado
	Usar preferentemente recursos de energia renováveis	Usar materiais produzidos com o uso de produção mais limpa ou técnicas de prevenção da poluição
Minimizar o consumo total de energia no local de produção	Usar materiais produzidos mediante processos que não sejam intensivos em energia Usar materiais produzidos com o uso de produção mais limpa ou técnicas de prevenção da poluição	
Resíduos	Usar tecnologias de produção com baixo conteúdo de emissões	Selecionar materiais de baixo impacto ambiental e métodos que eliminem ou reduzam significativamente quaisquer entrada de materiais perigosos ou tóxicos
		Usar materiais produzidos com o uso de produção mais limpa ou técnicas de prevenção da poluição
		Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes
		Selecionar materiais de baixo impacto ambiental e métodos que eliminem ou reduzam significativamente quaisquer entrada de materiais perigosos ou tóxicos
	Evitar tecnologias de produção ambientalmente perigosas	Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes
		Eliminar o uso de pinturas e acabamentos com conteúdo de metais
		Especificar o uso de materiais de madeira que sejam da mínima quantidade requerida para atender necessidades estruturais e/ou funcionais
	Evitar resíduos no processo de produção	Eliminar e minimizar retalhos, subprodutos e outras perdas de material
	Fechar ciclos de material no processo de produção	Re-utilizar/re-processar materiais
	Reciclar/reusar resíduos como novos materiais	Re-utilizar/re-processar materiais

Resíduos	Dispor os resíduos inevitáveis de maneira ambientalmente aceitável	Redução da diversidade dos tipos de materiais para facilitar a reciclagem no final do ciclo de vida
		Localizar as partes não recicláveis numa área que seja de fácil remoção e descarte
		Facilitar separação dos materiais
	Separar/classificar os resíduos quando possível	Facilitar separação dos materiais Evitar a contaminação metálica dos plásticos na sua separação
Emissões	Evitar emissões ambientais no processo de produção	Eliminar o uso de adesivos, pinturas e acabamentos a base de solventes