



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DE CURITIBA
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
E DE MATERIAIS - PPGEM

SILVIA ROSSANA CABALLERO POLEDNA

DESENVOLVIMENTO DE UM GUIA DE REFERÊNCIA PARA CONSIDERAR
ASPECTOS AMBIENTAIS DURANTE A ETAPA DO PROJETO CONCEITUAL

CURITIBA

NOVEMBRO - 2008

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

SILVIA ROSSANA CABALLERO POLEDNA

**DESENVOLVIMENTO DE UM GUIA DE REFERÊNCIA
PARA CONSIDERAR ASPECTOS AMBIENTAIS
DURANTE A ETAPA DO PROJETO CONCEITUAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Área de Concentração em Engenharia de Manufatura, do Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, do Campus de Curitiba, da UTFPR.

Orientador: Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.

CURITIBA

NOVEMBRO - 2008

TERMO DE APROVAÇÃO

SILVIA ROSSANA CABALLERO POLEDNA

DESENVOLVIMENTO DE UM GUIA DE REFERÊNCIA PARA CONSIDERAR ASPECTOS AMBIENTAIS DURANTE A ETAPA DO PROJETO CONCEITUAL

Esta Dissertação foi julgada para a obtenção do título de mestre em engenharia, área de concentração em engenharia de manufatura, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais.

Prof. Giuseppe Pintaúde, Dr. Eng.
Coordenador de Curso

Banca Examinadora

Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.
(UTFPR)

Prof. André Ogliari, Dr.Eng.
(UFSC)

Profa. Cássia Maria Lie Ugaya, Dra. Eng.
(UTFPR)

Prof. Milton Borsato, Dr. Eng.
(UTFPR)

Curitiba, 24 de novembro de 2008.

AGRADECIMENTOS

Aos meus colegas e amigos que encontrei no Mestrado, Oksana Dib, Amanda Barbosa, Niara Klaus (*in memoriam*), Josmael Kampa pelo grande apoio nas horas de tristezas e alegrias no desenvolvimento dos trabalhos no Mestrado.

Ao meu orientador, pelo apoio e as palavras sábias, valioso aconselhamento e pela boa-vontade em buscar a “proteína” em meus rascunhos e idéias tantas vezes nebulosas.

À UTFPR e mais especificamente ao PPGEM, pela oportunidade que me foi dada de desenvolver um projeto de pesquisa ousado e pelo apoio constante, ao longo do processo que culmina com o presente trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Bolsa de Nível Superior – CAPES pela possibilidade de concretizar esta investigação por meio do apoio financeiro (bolsa de estudo).

Aos meus pais e irmãs pelo apoio positivo no decorrer do desenvolvimento deste Mestrado.

Especialmente ao meu esposo e filhos, pela compreensão e apoio de modo sempre positiva a superar os obstáculos que surgiram durante todo o processo do desenvolvimento deste trabalho.

*“Conhecer é ser capaz de formar a idéia
de alguma coisa”*

(LE COADIC, 1996)

POLEDNA, Silvia R.C. **Desenvolvimento de um guia de referência para considerar aspectos ambientais durante a etapa do projeto conceitual**, 2008, Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 167p.

RESUMO

Na última década, o problema ambiental se acelerou devido, entre outros fatores, ao crescimento da população mundial e às mudanças climáticas. Isto desencadeou uma crescente preocupação ambiental das partes interessadas (comunidade, consumidor, legislação, empresas e governo) por produtos e processos industriais ambientalmente corretos. Porém, apesar das tentativas de interligar as variáveis ambientais e o desenvolvimento do produto, várias questões permanecem: “Estão os projetistas preparados para melhorar o desempenho ambiental dos produtos que desenvolvem?” e “Como fazer com que na etapa de projetos, os produtos contemplem características ambientais?”. Assim, esta investigação tem como objetivo desenvolver uma ferramenta do tipo guia de referência que visa orientar as equipes de projetistas no processo de formalização das alternativas, na etapa de projeto conceitual do desenvolvimento de produto, em questões ambientais. A ferramenta intitulada “ECO-GR”, busca reduzir o tempo despendido na caracterização de alternativas nas etapas do desenvolvimento de produto, trazendo benefícios no custo, eficiência e, principalmente, contribuindo para originar um produto com características ambientais. A ECO-GR foi testada por meio de uma aplicação preliminar onde verificou-se a aderência dos guias de referência da ECO-GR em relação a produtos que consideram características ambientais. Por sua vez, uma aplicação prática num grupo de profissionais e estudantes com experiência no desenvolvimento do produto, permitiu observar a empregabilidade da ECO-GR, numa concepção originada a partir de um produto que considera aspectos ambientais. Os resultados destas aplicações indicam potencial positivo no uso da ECO-GR durante o processo de desenvolvimento de produto, principalmente em suas etapas iniciais.

Palavra chave: Guias de referência; aspectos ambientais; processo de desenvolvimento do produto; etapa conceitual.

POLEDNA, Silvia R.C. **Development of a set of guidelines to encompass environmental issues during the conceptual design stage**, 2008, Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 167p.

ABSTRACT

In the last decade, the environmental issues have been thoroughly examined due to, among other factors, the growth of world population and weather changes. Society has become concerned with environmental topics, mainly those related to products and respective processes. Therefore, companies, researchers and design teams have been trying to fulfill these demands (from costumers that are environmentally conscious), mobilizing themselves to integrate environmental dimensions into the product development. However, despite these attempts there are questions that still arise: "Are designers prepared to improve the environmental performance of products that they develop?" and "How to ensure that products that are being developed encompass environmental features?". Therefore, this research aims to develop a model and tool (a set of guidelines) that seeks to guide the members of a design team into formalizing the alternatives, during the conceptual design stage, focusing of environmental demands. The tool, named "Eco-GR" allows design teams to reduce the time spent in deploying alternatives, as well as, brings benefits in terms of cost, efficiency and, mainly, delivering a product with environmental characteristics. The Eco-GR was tested through a preliminary application where was verified the adherence of the Eco-GR guidelines on products that are considered environmentally friendly. Additionally, an experiment involving a group of product design practitioners was run. There, it was observed the usability of Eco-GR, during the conceptual design of a product that demands environmentally friendly characteristics. The results of these applications indicate positive potential for employing Eco-GR during the process of developing a product, especially in its initial stages.

Keyword: Guidelines; environmentally friendly products; product development process; conceptual design stage

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 –Contexto atual de desenvolvimento do produto	4
Figura 2.1 –Mapeamento da revisão da literatura para condução da investigação....	10
Figura 2.2 – Produção de móveis no Brasil.....	16
Figura 2.3 – Mapa de concentração de fabricantes de móveis no Brasil.	17
Figura 2.4 –Cadeia produtiva do setor moveleiro.	19
Figura 2.5 – Cadeia produtiva do setor de madeira processada mecanicamente	20
Figura 2.6 –Percentual de impacto ambiental da produção de materiais novos a partir de reciclados em relação à produção a partir de materiais virgens.	25
Figura 2.7 – Modelo referencial de desenvolvimento de produto	27
Figura 2.8 – Custo comprometido <i>versus</i> custo incorrido.....	27
Figura 2.9 – Projeto Conceitual de acordo com o Modelo Referencial.....	28
Figura 2.10 – Exemplo do projeto conceitual do desenvolvimento de uma cadeira .	30
Figura 2.11 – Processo de desenvolvimento do produto com adaptações orientadas para sustentabilidade.	31
Figura 2.12 - Relacionamento entre função, forma, material e processo	35
Figura 2.13 – Exemplo de guia de referência.....	37
Figura 2.14 – Exemplo do <i>checklist</i> – Projeto para meio ambiente	38
Figura 2.15 – Exemplo de guias de referência	39
Figura 2.16 – Outros exemplos de guias de referência.....	40
Figura 2.17 – Processo de desenvolvimento de produto e ferramentas para o projeto para o meio Ambiente.	50
Figura 3.1 – Utilização da ferramenta ECO-GR no projeto conceitual do modelo de referência do desenvolvimento do produto.	56
Figura 3.2 – Fluxograma resumido do modelo	58

Figura 3.3 - Fundamentação teórica do modelo.....	59
Figura 3.4 - Estrutura do modelo.....	60
Figura 3.5 – Exemplo parcial de um guia	61
Figura 3.6 - ECO-GR – Geral - Leiaute geral	62
Figura 3.7 – ECO-GR – Material – Leiaute parcial	65
Figura 3.8 – Mapeamento dos processos no setor moveleiro.	68
Figura 3.9 – ECO-GR-Processo – Leiaute parcial.....	69
Figura 3.10 -Procedimento do uso da ferramenta ECO-GR.....	70
Figura 3.11 - Sentido da leitura do ECO-GR.	71
Figura 3.12 -Análise por categorias e em conjunto das três categorias da ECO-GR.	74
Figura 3.13 - Resultado da análise da ferramenta ECO-GR-Geral – Produto 01.....	75
Figura 3.14 -Resultado da análise da ferramenta ECO-GR-Geral – Produto 02.....	76
Figura 3.15 – Resultado da análise da ferramenta ECO-GR-Material no produto 03 e 04.	78
Figura 3.16 -Resultado da aplicação da ferramenta ECO-GR-Processo no produto nº 05.	80
Figura 3.17 -Resultado da análise da ferramenta ECO-GR-Processo no produto nº 06.	81
Figura 3.18 -Resultado da análise da ferramenta ECO-GR em todas suas categorias no produto nº 07.....	83
Figura 3.19 -Produto 08 – Sofá a Dois.	84
Figura 3.20 -Resultado da aplicação ilustrativa da ferramenta ECO-GR em todas suas categorias no produto nº 08.....	87
Figura 4.1 – Proposta de concepção de uma cadeira.	91
Figura 4.2 -Equipes de trabalho.	92
Figura 4.3 - Identificação do ambiente do experimento.....	94

Figura 4.4 – <i>Checklist</i> do experimento.	95
Figura 4.5 –Atividades planejadas para condução do experimento.	96
Figura 4.6 –Orientações informadas aos participantes das equipes 2, 3, 4 e 5.	97
Figura 4.7 –Execução do experimento.	98
Figura 4.8 – Relacionamento entre métricas e resultados	98
Figura 4.9 –Resultado da equipe 01-Controle.	99
Figura 4.10 – Resultados da quantidade de guias utilizados durante o experimento pelas equipes 2, 3, 4 e 5.	101
Figura 4.11 –Experiência dos participantes em equipes de desenvolvimento de produto (Questão nº 01)	102
Figura 4.12 – Estruturação do experimento: Clara (Questão nº 02)	103
Figura 4.13 – Procedimento do uso da ECO-GR (Questão nº 08)	103
Figura 4.14 – Manuseio da ECO-GR (Questão nº 09).....	104
Figura 4.15 –Conteúdo da ECO-GR: contribuíram para adicionar atributos ambientais na concepção proposta do produto (Questão nº 10).....	105
Figura 4.16 – Influência da área de conhecimento na utilização da ferramenta proposta (Questão nº 04)	105
Figura 4.17 – Redução do tempo na tomada de decisão no Desenvolvimento do Produto (Questão nº 06)	106
Figura 4.18 - Resultado dos comentários das equipes.....	107
Figura 4.19 – Sugestão da equipe 4 de melhoria no fluxograma da ECO-GR	110
Figura 4.20 – Sugestão da equipe 5 de melhoria no procedimento do uso da ECO-GR.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 –Grau de assimilação do consumo consciente - Brasil – 2006.....	2
Tabela 2.1 –Ranking dos principais setores industriais geradores de emprego (Investimento R\$ 10 milhões).....	15
Tabela 2.2 –Produtividade e produção sustentada de florestas plantadas no Brasil (Ano Base 2006)	21
Tabela 2.3 – Comparação dos guias de referência.	41
Tabela 2.4 – Estratégias de redução de impactos / extensão da vida dos produtos	48
Tabela 3.1 – Resultado da aplicação ilustrativa teórica (Primeiro, Segundo e Terceiro Passo do Procedimento de uso da ferramenta proposta)	85
Tabela 4.1 – Coleta de dados das observações das equipes 2, 3, 4 e 5.....	108
Tabela 4.2 – Observações das equipes.....	109
Tabela 4.3 – Resultados gerais do experimento.....	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMCI	Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente
ABIMOVEL	Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MDP	<i>Medium Density Particleboard</i>
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	1
1.2. IDENTIFICAÇÃO DA OPORTUNIDADE	5
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1. Objetivo Geral.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
1.4. JUSTIFICATIVA.....	7
1.5. ABORDAGEM METODOLÓGICA	8
1.6. ESTRUTURA DO TEXTO.....	8
2. A DIMENSÃO AMBIENTAL NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	10
2.1. DIMENSÃO AMBIENTAL	11
2.2. IDENTIFICAÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL	14
2.2.1. Setor moveleiro.....	15
2.3. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO: MODELO DE REFERÊNCIA	26
2.4. INTER-RELACIONAMENTOS ENTRE A DIMENSÃO AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	31
2.4.1. Princípios do projeto para montagem	34
2.4.2. Princípios do projeto para manufatura.....	35
2.4.3. Guias de Referência	36
2.4.4. Projeto para o meio ambiente.....	42
2.4.4.1.Estratégias do projeto para o meio ambiente.....	44
2.4.4.2.Tipos de ferramentas para projeto para o meio ambiente.....	49

2.5.	BARREIRAS E DIFICULDADES ENTRE A DIMENSÃO AMBIENTAL E O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	52
2.6.	CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE INVESTIGAÇÃO	53
3.	MODELO E FERRAMENTA ECO-GR: CARACTERÍSTICAS	54
3.1.	FUNDAMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DO MODELO DA FERRAMENTA PROPOSTA.....	54
3.1.1.	Caracterização das variáveis envolvidas no modelo	58
3.1.2.	Estrutura do modelo	59
3.2.	FERRAMENTA ECO-GR-Geral.....	61
3.3.	FERRAMENTA ECO-GR-Material.....	63
3.3.1.	Tópico: Madeira.....	65
3.3.2.	Tópico: Diversos	66
3.4.	FERRAMENTA ECO-GR-Processo.....	67
3.4.1.	Tópico: Usinagem.....	69
3.4.2.	Tópico: Acabamento.....	69
3.4.3.	Tópico: Montagem e Desmontagem.....	70
3.5.	PROCEDIMENTO DE USO DA FERRAMENTA ECO-GR.....	70
3.5.1.	Primeiro Passo: Consultar ECO-GR-Geral.....	71
3.5.2.	Segundo Passo: Consultar ECO-GR-Material.....	71
3.5.3.	Terceiro Passo: Consultar ECO-GR-Processo	72
3.5.4.	Quarto Passo: Verificar os Guias de interesse selecionados das ECO-GR-Geral, ECO-GR-Material e ECO-GR-Processo	72
3.5.5.	Quinto Passo: Selecionar os guias de referência da ECO-GR-Geral, ECO-GR-Material e ECO-GR-Processo.....	72
3.6.	APLICAÇÃO PRELIMINAR DA FERRAMENTA ECO-GR.....	73
3.6.1.	Primeiro Momento: Análise por categoria e Análise em conjunto das três categorias	73
3.6.1.1.	Análise por categoria da ferramenta ECO-GR (1ª Parte).....	74
3.6.1.1.1.	ECO-GR-Geral:.....	74
3.6.1.1.2.	ECO-GR-Material:.....	77
3.6.1.1.3.	ECO-GR-Processo:.....	79
3.6.1.2.	Análise nas três categorias da ferramenta ECO-GR (2ª Parte).....	82

3.6.2. Segundo momento: aplicação ilustrativa teórica.....	84
3.7. ANÁLISE CRÍTICA DA FERRAMENTA ECO-GR	88
4. APLICAÇÃO PRÁTICA DA FERRAMENTA ECO-GR	90
4.1. PREPARAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	90
4.1.1. Cenário	90
4.1.2. Pressuposto.....	91
4.1.3. Métricas	91
4.1.4. Equipes de trabalho.....	92
4.1.4.1. Formação das equipes	92
4.1.5. Estrutura física e de apoio	93
4.1.6. <i>Checklist</i>	94
4.1.7. Determinação dos prazos para execução da tarefa	95
4.1.8. Metodologia	95
4.2. EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO	97
4.3. COLETA DE DADOS DO EXPERIMENTO	98
4.4. RESULTADOS DO EXPERIMENTO	99
4.4.1. Equipe nº 01: controle.....	99
4.4.2. Demais equipes	100
4.4.2.1. ECO-GR- resultados	100
4.4.2.2. Questionários	102
4.4.3. Observação das equipes	107
4.4.4. Espaço Aberto: comentários finais e sugestões:	109
4.4.5. Discussões acerca do experimento	112
4.4.5.1. Resultados	113
4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
5. CONCLUSÕES.....	116
5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	117
5.2. LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO	118
REFERÊNCIAS.....	119
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	134
APÊNDICE A – ECO-GR-GERAL	137

APÊNDICE B – ECO-GR- MATERIAL	139
APÊNDICE C – ECO-GR-PROCESSO	141
APÊNDICE D – FLUXOGRAMA DO MODELO.....	143
APÊNDICE E – ESTRUTURA DO MODELO	145
APÊNDICE F – PROCEDIMENTO DE USO DA ECO-GR	147
APÊNDICE G – CONCEPÇÃO PROPOSTA DO PRODUTO.....	149
APÊNDICE H – ORIENTAÇÕES PARA EQUIPES 2, 3, 4 E 5.....	151
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO –EQUIPE DE CONTROLE.....	153
APÊNDICE J – LISTA DE PARTICIPANTES DO EXPERIMENTO	155
APÊNDICE K – COLETA DE DADOS – OBSERVAÇÃO - EQUIPES	156
APÊNDICE L – PLANILHA DE RESULTADOS DA EQUIPE DE CONTROLE	157
APÊNDICE M – QUESTIONÁRIO DAS EQUIPES 2,3,4,5.....	159
APÊNDICE N –ECO-GR -RESULTADOS DAS EQUIPES.....	161
APÊNDICE O–PLANILHAS DE RESULTADOS DAS EQUIPES 2, 3, 4 E 5	163
ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DO CURSO DE DESIGN -UTFPR.....	167

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentam-se seis seções onde serão abordados os seguintes assuntos: *i)* contextualização do tema; *ii)* identificação da oportunidade; *iii)* objetivos geral e específicos desta investigação; *iv)* justificativa; *v)* abordagem metodológica; e *vi)* estrutura do texto.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Com o desenvolvimento tecnológico, o homem conquistou, nos últimos séculos, um aumento significativo no seu poder de interferência sobre o meio ambiente. A rápida expansão da industrialização possibilitou, por um lado, a criação e a popularização dos produtos e serviços que garantem o conforto e o bem estar do mundo "civilizado". Por outro lado, esse sistema de produção e consumo tem causado impactos sobre o meio ambiente, que constituem hoje, graves ameaças à vida no planeta.

Sendo assim, percebe-se que cada vez mais estão sendo acentuados os problemas ambientais. As tendências para os próximos anos, referentes ao crescimento populacional, à deterioração dos recursos hídricos, à redução da biodiversidade, entre outros, são desanimadoras, levando esgotamento de recursos naturais e do aumento na geração de resíduos, os quais contribuem para a degradação do ar, do solo e da água. Estes problemas apresentados são reconhecidos pela comunidade científica, pelos governos e pela população em geral. (RAMOS, 2001).

Assim, o aparecimento dos problemas ambientais atuais tem criado um cenário favorável para mudanças nos paradigmas de produção, consumo e no relacionamento do homem com o meio ambiente. Essas mudanças implicam na consideração dos aspectos ambientais, bem como, dos aspectos éticos, sociais e morais nas atividades das organizações, como obrigação de governantes, empresas e indivíduos (*ibidem*).

Desta forma, percebe-se que uma das características da sociedade atual é o consumismo, o qual incentiva a aquisição de objetos para atender necessidades

que, muitas vezes, são imaginárias ou criadas pelos meios de comunicação. De um lado, isso contribui para aumentar a produção, gerar empregos e bons resultados no campo econômico. De outro lado, isso intensifica a pressão sobre os recursos naturais e aumenta o número de objetos desnecessários que, conseqüentemente, aumentam o volume de lixo e os problemas dele decorrentes.

Entretanto, Belinky *et al.* (2007) na pesquisa do Instituto AKATU, constatam que, nas principais capitais do país, 60% dos respondentes acreditam que é função do setor privado contribuir para a redução da distância entre ricos e pobres. O índice é semelhante ao dos que apóiam a criação de leis de incentivo a práticas socialmente responsáveis, mesmo que isso implique no aumento de preços ou impostos. São provas inequívocas de que a atuação solidária é fator de competitividade em qualquer mercado (TIEGHI, 2006).

Ainda, Belinky *et al.* (2007) na mesma pesquisa, apresentam resultados, em que o percentual de assimilação de valores é elevado (60% em média) e equivalente em todas as dimensões (ver **Tabela 1.1**). Ou seja, a população revela-se igualmente sensível ao discurso do consumo consciente tanto nos aspectos pessoais, quanto nos sociais e ambientais. Os resultados apresentados têm importantes implicações nas estratégias e expectativas futuras para disseminação ampla do consumo consciente em toda a população brasileira.

Tabela 1.1-Grau de assimilação do consumo consciente - Brasil – 2006.

Público Pesquisado	Percentual de respostas positivas conforme tipo de assimilação pesquisada (2006)							
	Valores				Comportamentos			
	Social	Ambiental	Pessoal	Média	Social	Ambiental	Pessoal	Média
Total da Amostra	62%	60%	60%	60%	49%	53%	56%	52%
Conscientes e Engajados	62%	60%	61%	61%	60%	65%	68%	64%
Benchmark "Pesquisa Akatu 5"	70%	68%	65%	68%	52%	56%	63%	57%

Fonte: (BELINKY *et al.*, 2007)

Conforme Howarth e Hadfield (2006), devido às mudanças do consumidor consciente, no que se referem aos produtos, as equipes de projetistas estão também mudando e atendendo estes novos requisitos (e.g minimizar o impacto ambiental por meio de um produto e/ou processo). Entre estas mudanças tem-se:

a) *No aspecto ambiental.* O impacto das mudanças climáticas resultou em mudanças de parceiros no meio empresarial. O uso de recursos e as questões-chave para a humanidade tais como, a necessidade de reduzir o consumo e a produção de produtos, são importantíssimos para tentar amenizar os impactos ambientais no futuro do planeta;

b) *No aspecto social.* Para os próximos cinquenta anos, prevê-se um incremento de 50% na população mundial. Com isto, a população mundial chegaria a nove bilhões de habitantes. Por outro lado, o abastecimento de água fresca é um problema mundial, o qual tem sido argumento-chave de debates na comunidade científica, governos e empresários;

c) *No aspecto Econômico.* Destaca-se que 1/3 da população mundial encontra-se em situação de pobreza, na qual estes habitantes vivem com menos de um dólar por dia.

Segundo Ramos (2001), o crescimento dos impactos ambientais decorrentes dos produtos deve-se basicamente a três fatores: *i)* ao crescimento populacional; *ii)* ao aumento da renda *per capita*, que estimula o consumo; e *iii)* ao impacto ambiental por unidade produzida ou consumida. Portanto, se o crescimento da população aumenta e o PIB/pessoa, ou renda *per capita*, tende a aumentar, a variável que deve ser diminuída, para que seja possível reduzir o estresse ambiental que o homem provoca, é a que diz respeito ao impacto ambiental por unidade do PIB. Considerando a tendência mundial de a população dobrar, no século XXI e do aumento do padrão de vida, de três a cinco vezes; é de se supor que o impacto ambiental por unidade produzida deve ser de seis a dez vezes menores para que seja possível manter os impactos nos níveis atuais. Por isto, diferentes autores alegam que é necessário e indispensável diminuir este impacto. Estes destacam que a redução de impactos ambientais por unidade produzida é a opção que oferece maiores oportunidades de diminuição de impactos no curto prazo (PIMENTA; GOUVINHAS, 2007).

A crescente preocupação com as questões ambientais tem levado as empresas a desenvolverem programas de prevenção e redução de impacto ambiental visando atender às exigências dos consumidores como também à

legislação cada vez mais restritiva. As empresas que adotam esta postura consciente ambientalmente usufruem alguns benefícios, como: *i)* redução de custos; *ii)* promoção da imagem da empresa; *iii)* incremento no nível de vendas; *iv)* identificação do potencial dos riscos para otimização da organização; e *v)* introdução, no processo organizacional, de controles apropriados para minimizar o impacto (HOWARTH; HADFIELD, 2006).

Tingström e Karlsson (2006); Baumann, Boons e Bragd (2002) constataam que, devido às pressões que sofrem as equipes de projetistas no desenvolvimento do produto (e.g. pressões do consumidor, governo, legislação, meio ambiente), é necessária uma mudança para novos entendimentos de pesquisa sobre efetivas abordagens de projeto que considerem aspectos ambientais na suas diversas etapas (ver **Figura 1.1**).

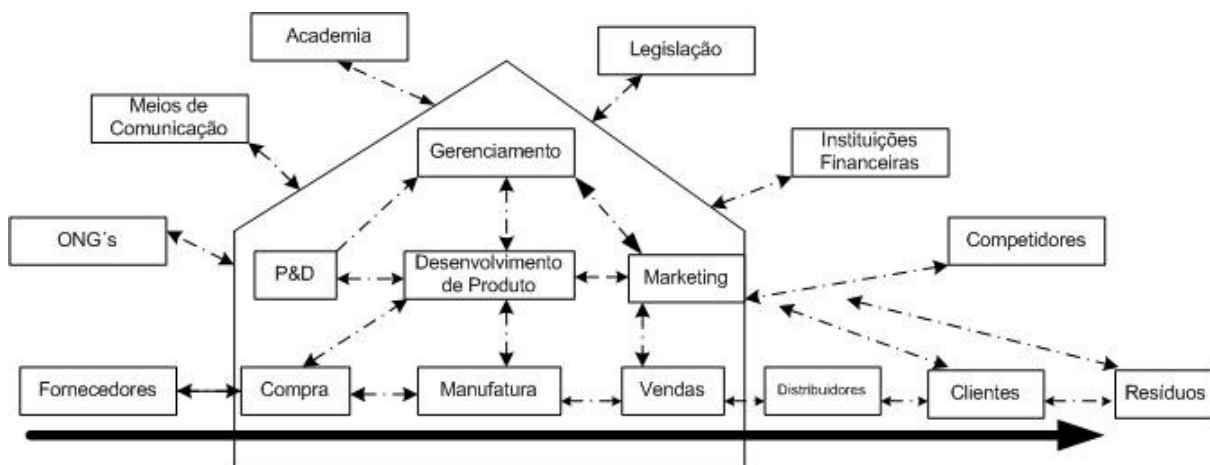


Figura 1.1 O contexto atual de desenvolvimento do produto

Fonte: (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002)

Conseqüentemente, os problemas ambientais causados pelos produtos e as exigências cada vez maiores quanto à qualidade ambiental dos produtos por parte da sociedade, da legislação e das normas, obrigam empresas e projetistas a alocarem mais atenção aos impactos ambientais dos produtos ao longo do seu ciclo de vida. Isso implicou no surgimento de uma ênfase na atividade de projeto, voltada para a melhoria da qualidade ambiental dos produtos, que tem sido chamada de Projeto para o Meio Ambiente (*Design for Environment-DfE*), *Ecodesign* ou Projeto para o ciclo de vida (*Life Cycle Design*). Considera-se que o termo do DfE (sigla em

inglês) é um termo americano e o termo *ecodesign*, um termo europeu (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002).

Salienta-se que o Projeto para o Meio Ambiente pode ser considerado como um guia de referência com o objetivo de orientar o projeto de produtos com o máximo de qualidade nos atributos ambientais, ao longo do seu ciclo de vida, envolvendo a extração da matéria-prima, o processo de manufatura, embalagem, transporte, até a fase final da vida útil do produto. O Projeto para o Meio Ambiente pode ser aplicado por meio de alguns de DfX (sendo que o X pode ser substituído por outras letras de acordo com os objetivos ambientais a serem atingidos) tais como: Projeto para Sustentabilidade, Projeto para Montagem, Projeto para Manufatura, Projeto para Remanufatura, Projeto para Reusabilidade, Projeto para Desmontagem, Projeto para Disposição, Projeto para Reciclabilidade, entre outros (KAWAMOTO; SANTOS; JABBOUR, 2006). Portanto, é importante ressaltar o envolvimento dos projetistas de desenvolvimento de produto e gerentes ambientais nesta interligação nas atividades do Projeto para o Meio Ambiente (JOHANSSON; MAGNUSSON, 2002; WAAGE, 2007). Sendo assim, a próxima seção detalha a identificação da oportunidade neste contexto.

1.2. IDENTIFICAÇÃO DA OPORTUNIDADE

Apesar de tentativas de interligações entre aspectos ambientais e desenvolvimento de produto, a questão que surge é: “Estão os projetistas preparados para melhorar o desempenho ambiental dos produtos que desenvolvem? Conseqüentemente, como fazer com que na etapa de projetos, os produtos considerem aspectos ambientais?”. Conforme alguns pesquisadores, a resposta para isto pode envolver alguns pontos, como: *i*) no Brasil ainda existe carência de informações, em língua portuguesa, sobre o projeto para o meio ambiente ou sobre as ações que podem ser aplicadas dentro da atividade de criação e desenvolvimento de produtos para prevenir e evitar possíveis impactos ambientais indesejáveis desses produtos; *ii*) as tentativas de desenvolver um produto ecológico são, muitas vezes, focadas em um único aspecto ambiental, o que nem sempre leva a uma melhor performance na relação do produto com o meio ambiente; *iii*) a falta de estrutura e equipe técnica nas empresas, as quais não conseguem ter os meios

suficientes para enfrentar o desafio de projetar seus produtos considerando aspectos ambientais (HEYMEYER; OLIVEIRA, 2006, KAWAMOTO; SANTOS; JABBOUR, 2006; LÊ POCHAT; BERTOLUCI; FROELICH, 2007).

Tingström, Swanström, Karlsson (2006), destacam que as equipes de projetistas, quando do desenvolvimento de produto, necessitam ser capazes de trabalhar em situações onde argumentos ambientais sejam integrados nos seguintes pontos: *i)* entendimentos dos problemas ambientais; *ii)* entendimentos de como os produtos afetam o meio ambiente; *iii)* as metas ambientais para cada projeto e a ordem de entendimento que deverão ser priorizados; *iv)* métodos de avaliação, sendo capazes de escolher entre diferentes alternativas; *v)* discussões com especialistas ambientais para analisar possíveis opções; *vi)* *checklists* e rotinas de documentação para fundamentar os aspectos ambientais que foram considerados no processo.

Nas tentativas de desenvolver as interligações entre Desenvolvimento Sustentável e Desenvolvimento do Produto, as seguintes ferramentas podem ser utilizadas: *i)* avaliação do ciclo de vida – ACV (LCA – sigla em inglês), considerada como uma técnica referencial na avaliação ambiental; *ii)* os guias de referência; *iii)* os *checklists*; *iv)* ferramentas analíticas; e *v)* *softwares*. No entanto, diversos pesquisadores destacam que, muitas vezes, os projetistas das equipes de desenvolvimento do produto não sabem como utilizar estas ferramentas e, principalmente, em qual das etapas dos modelos de referência do desenvolvimento do produto podem ser utilizadas. E ainda destacam-se as poucas pesquisas direcionadas para descrever o “COMO” se realiza na prática o Projeto para o Meio Ambiente no desenvolvimento de produto (AMMENBERG; SUNDIN, 2005; LOFTHOUSE, 2006).

Portanto, percebe-se que o desenvolvimento do produto, ainda não foi suficientemente explorado, no que se refere à sua interligação com os aspectos ambientais. Cabe salientar que esta análise pode ser iniciada pela relação que existe entre impacto ambiental e o fluxo de materiais e energia que existem no contexto do Desenvolvimento do Produto. Salienta-se que há uma pequena quantidade de empresas de manufatura que trabalham percebendo esta interligação

no desenvolvimento dos seus produtos (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002; AMMENBERG; SUNDIN, 2005).

Conseqüentemente, percebe-se uma lacuna nas abordagens e técnicas utilizadas pelas equipes de projetistas de desenvolvimento de produto para que os produtos apresentem um maior conteúdo ambiental e possam ser considerados ambientalmente corretos, contribuindo, assim, para minimizar os impactos ambientais para futuras gerações.

1.3. OBJETIVOS

A seguir serão apresentados os objetivos gerais e específicos desta investigação.

1.3.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma ferramenta, do tipo guia de referência, que visa auxiliar ao projetista no processo de formalização das alternativas durante a etapa do projeto conceitual do desenvolvimento de produto, para melhorar o desempenho do produto, com foco em questões ambientais.

1.3.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos para alcançar o objetivo geral são descritos a seguir:

- a) Identificar o modelo referencial de desenvolvimento do produto a ser estudado;
- b) Identificar o setor produtivo de interesse no Brasil;
- c) Situar o ponto da aplicação da ferramenta proposta dentro da etapa do projeto conceitual do modelo referencial selecionado;
- d) Identificar quais variáveis ambientais a serem consideradas na elaboração da ferramenta.

1.4. JUSTIFICATIVA

No contexto atual dos problemas ambientais, atingindo no dia a dia das equipes de projeto, empresários e comunidade em geral, tem-se uma conseqüência que é a

mudança no perfil dos consumidores, tecnologia e concorrência, sempre com foco em desenvolver produtos que consideram aspectos ambientais.

A equipe de projeto é consciente deste contexto e, por isto, está em constante busca de informações de como conseguir fazer uma melhor escolha no uso dos diferentes materiais e processos que possam ajudá-la, a fazer escolhas menos danosas à natureza. Assim, um forte aliado das equipes de projeto é o uso de informações disponíveis na literatura sobre os aspectos ambientais. A criatividade no uso dessas informações pelas equipes de projeto pode conduzir a reduções significativas nos impactos ambientais dos produtos.

Em virtude disto, esta investigação é uma contribuição para proporcionar as equipes de projeto uma redução do tempo despendido na tomada de decisão na concepção inicial do produto, trazendo benefícios no custo, eficiência, e principalmente, obtendo um produto ambientalmente correto, além de adicionar os conhecimentos básicos às equipes de projeto nos diferentes aspectos ambientais no projeto conceitual de produtos.

1.5. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Segundo Silva e Menezes (2000) a abordagem metodológica de uma pesquisa classifica-se em diferentes pontos de vista: *i)* da sua natureza; *ii)* da abordagem do problema; *iii)* de seus objetivos; *iv)* dos procedimentos técnicos. Neste contexto, esta investigação enquadra-se como sendo uma pesquisa aplicada: qualitativa; exploratória e descritiva; e por último, bibliográfica.

A abordagem teórica-prática aplicada nesta investigação terá seu foco principal na elaboração da ferramenta, a qual será estruturada por meio do levantamento bibliográfico. A metodologia adotada envolverá também a realização de um experimento através do qual seja possível verificar o comportamento da ferramenta numa situação de projeto.

1.6. ESTRUTURA DO TEXTO

A presente investigação foi organizada em cinco capítulos: *i)* o capítulo 1 contém uma breve introdução sobre o tema, justificativa e objetivo a serem atingidos

nesta pesquisa; *ii*) o capítulo 2 apresenta o inter-relacionamento entre o processo de desenvolvimento do produto e questões ambientais; *iii*) o capítulo 3 é dedicado ao modelo e à ferramenta proposta (ECO-GR) contendo suas características; *iv*) o capítulo 4 contém a aplicação prática da ferramenta ECO-GR em um grupo de profissionais e estudantes; e por último, *v*) o capítulo 5 traz as conclusões da investigação e sugestões para trabalhos futuros.

2. A DIMENSÃO AMBIENTAL NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Neste capítulo, apresenta-se a revisão bibliográfica sobre os temas vinculados à pesquisa. A **Figura 2.1** contém o relacionamento de conteúdos e conceitos a serem abordados neste capítulo.

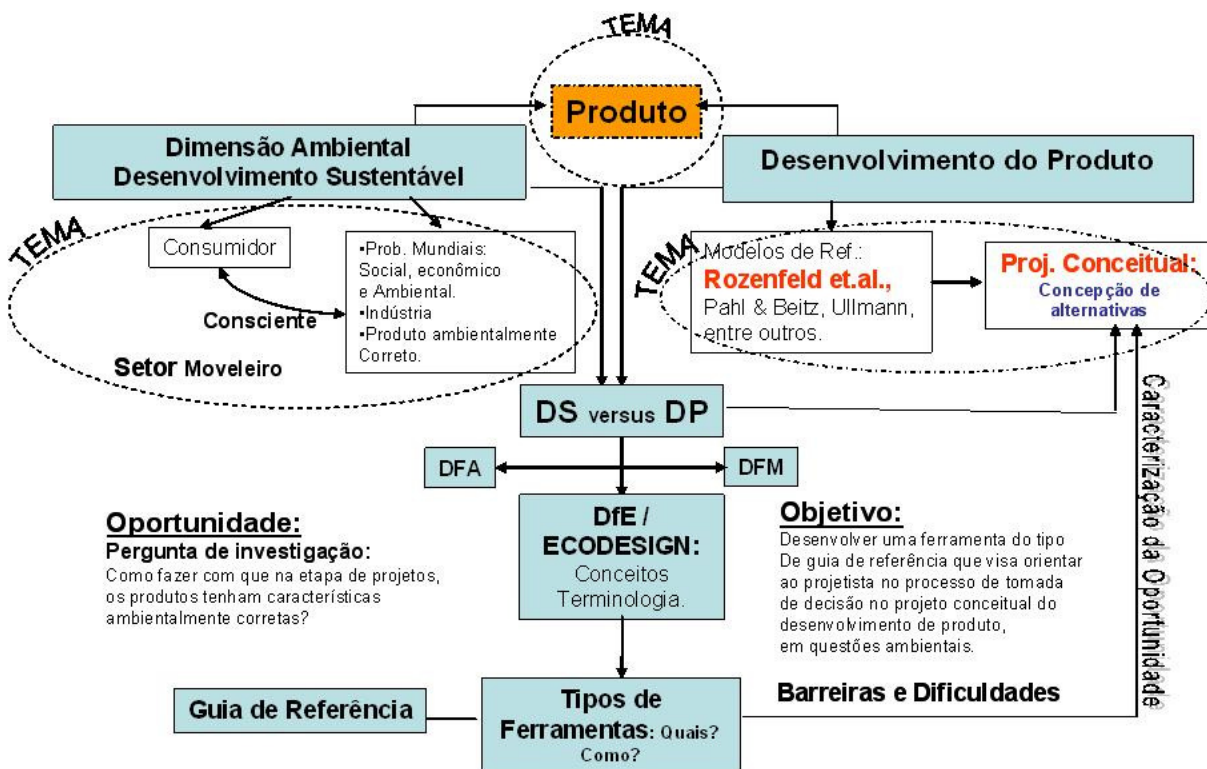


Figura 2.1-Mapeamento da revisão da literatura para condução da investigação¹

Sendo assim, o capítulo está dividido em oito seções: *i*) dimensão ambiental; *ii*) setor moveleiro; *iii*) desenvolvimento do produto: modelo de referência; *iv*) interrelacionamentos entre dimensão ambiental e desenvolvimento do produto; *v*) barreiras e dificuldades; e *vi*) caracterização da oportunidade desta investigação.

¹ As figuras e tabelas que não contêm citação bibliográfica foram produzidas pela mestranda.

2.1. DIMENSÃO AMBIENTAL

A dimensão ambiental abrange tema como desenvolvimento sustentável. Por isto, Heymeyer e Oliveira (2006) consideram três premissas básicas para o desenvolvimento sustentável que são: *i*) a necessidade da sociedade entender que a vida de hoje e das futuras gerações dependem dos sistemas naturais do planeta e da qualidade e capacidade de produção (alimento, taxa de material e energia); *ii*) as condições sistêmicas na esfera regional e planetária devem considerar a capacidade da restauração do seu próprio balanço de material, após os efeitos negativos, e também do seu capital natural (e.g. recursos não renováveis e condições para o meio ambiente para produzir recursos renováveis); *iii*) a premissa ética na qual cada indivíduo tem o direito de viabilizar estes recursos naturais, em nível mundial.

Segundo Lê Pochat, Bertoluci e Froelich (2007) em 1987, o desenvolvimento sustentável alcançou um período de maturidade com respeito a executar seus princípios. Um dos meios mais adequados para realização do desenvolvimento sustentável em uma sociedade consumista é projetar produtos e serviços que consideram aspectos ambientais. Portanto, as equipes de projetistas enfrentam um novo desafio, no qual são incluídos nos seus projetos aspectos relevantes de desenvolvimento sustentável, particularmente, considerando impactos sociais e econômicos. O projetista deve mais do que nunca, considerar os pontos de vista das partes interessadas (*stakeholders*). É interessante ressaltar a necessidade de examinar os riscos em desenvolvimento sustentável e os benefícios associados aos projetos de desenvolvimento do produto. Desta forma, pode-se auxiliar melhor nas otimizações dos mesmos (HOWARTH; HADFIELD, 2006).

Por outro lado, ao analisar os impactos ambientais causados pelo homem na sua evolução até os dias de hoje durante este período, a natureza já recebia cargas de poluentes, porém, numa escala muito menor. O fato é que estas cargas ultrapassaram a capacidade natural de tratamento da natureza e começaram a agravar os problemas ambientais, passando de locais e regionais para problemas de caráter global.

Com a finalidade de sintetizar a relação das empresas com o meio ambiente, são descritas a seguir três fases distintas do pensamento empresarial moderno

como resposta às questões ambientais, segundo França e Quelhas (2004). São elas:

a) **Fase negra.** Considera a degradação ambiental como uma etapa necessária para garantir o conforto do homem moderno. Esta fase norteou o pensamento empresarial até meados dos anos 70, quando as questões ambientais eram vistas como atividades de radicais ou exibicionistas;

b) **Fase reativa.** Ainda é a mais utilizada nas organizações que procuram reduzir o impacto ambiental. As empresas buscam, nesta fase, atender a legislação para evitar ou reduzir as penalidades ambientais. A mídia é utilizada para reforçar a postura da empresa.

c) **Fase pró-ativa.** A questão ambiental é vista como uma estratégia de negócios e uma determinante para o futuro competitivo da empresa. Buscam-se soluções para os problemas ambientais de forma pragmática. A cultura da organização é voltada para o desenvolvimento sustentável, direcionando os recursos à prevenção e minimização dos impactos ambientais.

Segundo França e Quelhas (2004) a transição da postura reativa para pró-ativa requer uma mudança cultural de razoável dimensão. Porém, não há dúvidas de que as empresas que pensam desta maneira estão em sintonia com as expectativas da sociedade sustentável.

Neste contexto, as empresas, em relação ao meio ambiente, estão aplicando a função ambiental diversificada nos seus diferentes setores de planejamento estratégico e não mais como antigamente, em que esta era exclusiva do setor produtivo. Assim, as empresas estão tentando acompanhar a direção das mudanças com base nas tendências dos mercados, além da existência de empresários inovadores que entendem que o movimento destas novas mudanças é oportuno para novas formas de pensar o seu negócio. Desta forma, o grande desafio das organizações agora é identificar a estratégia que devem adotar para garantir um desenvolvimento sustentável e, assim, minimizar os impactos ambientais no produto ou serviço (CHEHEBE, 1998).

Diante deste grande desafio, as empresas e suas equipes de projetistas que atuam no desenvolvimento do produto estão permanentemente atentas para esta

evolução e a adaptabilidade a novos conceitos, como as interligações da sustentabilidade, nas suas abordagens metodológicas. Conforme Almeida (2002), as empresas perceberam um requisito básico para a própria sobrevivência no negócio, que é a inclusão da dimensão ambiental em suas decisões de investimento, ou seja, menos poluição resulta em melhor imagem e melhor relacionamento com órgãos ambientais, imprensa e comunidade. Isso acarreta um acesso mais fácil a linhas de crédito, captação de melhores profissionais e conseqüentemente, maior competitividade.

Salienta-se que a prática do desenvolvimento sustentável exige a iniciativa das empresas para regularem a si mesmas, a auto-regulação. Para isto, ressalta-se a adesão das empresas aos sistemas de certificação, como as normas ISO (*International Organization for Standardization*) 14000 e sistemas de gestão ambientais (SGAs). A ISO 14000 dispõe especificamente sobre a administração e controle de impactos ambientais provocados pelas empresas. A obtenção desta certificação é uma espécie de passaporte para que os produtos sejam aceitos no mercado mundial e serve também como marketing, valorizando as empresas que a adquirem (GIANSANTI, 2004). Já, a gestão ambiental é a forma pela qual a empresa se mobiliza interna e externamente na conquista da qualidade ambiental desejada. Sistemas de gestão ambiental reduzem os impactos negativos de sua atuação sobre o meio ambiente e melhoram o gerenciamento de riscos. O Sistema de Gestão Ambiental deve ter uma certificação, que pode ser voluntária, mas na prática, tem sido cada vez mais exigida pelo mercado, sociedade e consumidor consciente.

Segundo a ISO 14001, aspecto ambiental é um “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”, (ABNT, 1996). Os materiais, o consumo de energia, o processo de fabricação, o sistema de distribuição, a utilização e o descarte são aspectos ambientais do ciclo de vida de um produto, que podem ser planejados durante o projeto.

Os aspectos ambientais do ciclo de vida do produto podem resultar em impactos sobre o meio ambiente. “Impacto ambiental é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades produtos ou serviços de uma organização” (ABNT, 1996). Grande parte dos problemas ambientais atuais é resultado de impactos ambientais da produção,

utilização e descarte de produtos. Esses impactos podem ser devido ao uso de recursos naturais que não são renováveis, ao método de extração dos materiais que compõem o produto; ao consumo de energia e a geração de emissões e resíduos perigosos durante o processo de fabricação, as emissões para o meio ambiente, decorrentes do transporte e da distribuição do produto; as emissões e a geração de resíduos durante a fase de utilização (como é o caso dos automóveis) e, finalmente, ao seu descarte após o uso que pode contaminar o solo gerando outros impactos ambientais.

Novos métodos estão surgindo para calcular o verdadeiro custo do ciclo de vida de um produto, incorporando também os custos ambientais desse ciclo. Novas normas e leis estão sendo elaboradas para diminuir o impacto ambiental das atividades humanas e redirecionar o progresso tecnológico passando do desenvolvimento descontrolado para o desenvolvimento sustentável.

No setor industrial é possível citar algumas empresas que seguem a proposta dos novos conceitos como sustentabilidade na sua rotina diária empresarial, tal como: ARACRUZ CELULOSE, entre outras. A Aracruz Celulose, maior produtora mundial de celulose de eucalipto, vem se tornando referência em sustentabilidade. Para produzir com o mínimo de impacto, a empresa segue práticas de manejo florestal sustentável e incorpora tecnologia de ponta no controle ambiental de sua fábrica, além de cumprir as exigências da certificação ISO 14001 (ALMEIDA, 2002).

2.2. IDENTIFICAÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL

Na busca de informações para escolher qual o setor industrial a ser estudado nesta investigação teve-se algumas importantes informações, como:

Segundo ABIMCI (2007), o setor é relevante quanto à matéria-prima que apresenta graves problemas de esgotamento de algumas espécies. E ainda, destaca-se que no estudo elaborado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), intitulado “Estimativa do Modelo de Geração de Empregos do BNDES”, é possível observar a alta capacidade de geração de empregos do setor florestal. O Modelo de Geração de Emprego (MGE) permite calcular o número de empregos gerados a partir de um aumento de produção em

qualquer dos 41 setores da economia, conforme classifica o estudo. Esses números possibilitam quantificar o impacto no nível de emprego ao gerar aumento da produção da ordem de R\$ 10 milhões. Na **Tabela 2.1** é possível observar que o setor de madeira e móveis foi classificado, segundo estudo citado, no quinto segmento com maior geração de empregos do país.

Tabela 2.1—Ranking dos principais setores industriais geradores de emprego (Investimento R\$ 10 milhões)

Ranking	Setor	Número de Empregos Gerados			TOTAL
		Diretos	Indiretos	Efeito-Renda	
1º	Serviços Prestados à Família	665	104	311	1.080
2º	Artigos do Vestuário	613	136	250	1.000
3º	Agropecuária	393	131	303	828
4º	Comércio	449	84	278	810
5º	Madeira e Mobiliário	293	219	294	806
6º	Indústria do Café	41	356	323	719
7º	Fabricação de Calçados	246	174	290	711
8º	Fabricação de Açúcar	32	307	337	677
9º	Abate de Animais	36	358	270	664
10º	Serviços Prestados à Empresas	293	63	288	645
20º	Celulose e Papel	59	155	271	485
27º	Siderurgia	8	135	259	402

Fonte: (ABIMCI, 2007)

Além dos números apresentados é possível frisar que a expressiva participação de micro e pequenas empresas nesse setor justificam sua importância em termos de intensidade de mão-de-obra. Assim sendo, foi escolhido o setor moveleiro para esta investigação e a seguir será melhor detalhado.

2.2.1. Setor moveleiro

A indústria mundial de móveis é constituída predominantemente de pequenas empresas, que até a década de 1950 visava atender quase exclusivamente o mercado interno dos seus respectivos países. A partir dos anos 50, surgiram as primeiras exportações por parte da indústria dinamarquesa, sendo então a pioneira neste comércio. Entretanto, o comércio internacional de móveis somente foi ampliado de forma significativa a partir dos anos 70, com grande participação das indústrias italianas (MDIC, 2002).

O setor moveleiro no Brasil teve início em três pólos, sendo a cidade de São Paulo o pioneiro na década de 50, juntamente com os municípios de Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano. Os pólos localizados no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, surgidos na década de 60 e 70, completavam o complexo industrial.

Na década de 90, a cadeia produtiva de madeira e móveis sofreu grandes transformações com conseqüentes ganhos de produtividade, não somente no que se refere à introdução de equipamentos automatizados e novas técnicas de gestão, como também ao uso de novas matérias-primas como a linha de painéis, estimulado pelas restrições impostas ao uso de madeiras nobres. Os equipamentos mais modernos estão presentes nas linhas de produção onde utilizam-se painéis especialmente de MDF (*Medium Density Fiberboard*), pois este foi desenvolvido com propriedades favoráveis a usinagem.

Por outro lado, destacam-se os percentuais da produção para os diferentes segmentos de móveis no Brasil, observando-se que 60% referem-se a móveis residenciais, 25% a móveis de escritório e 15% a móveis institucionais, escolares, médico-hospitalares, móveis para restaurantes, hotéis e similares (ver **Figura 2.2**).

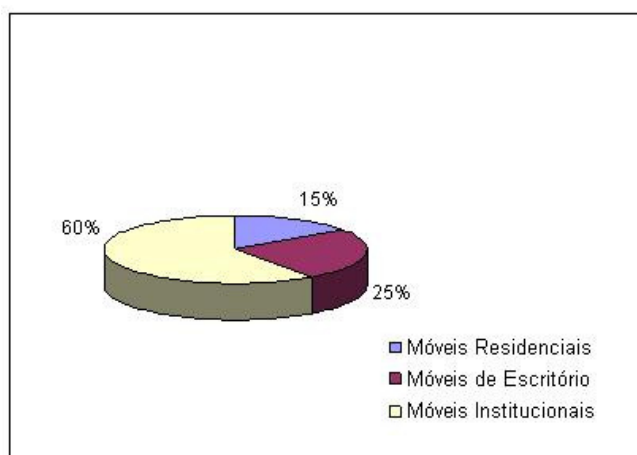


Figura 2.2 – Produção de Móveis no Brasil

Fonte: (ABIMÓVEL, 2006)

A Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário - ABIMÓVEL (2006) concluiu que no panorama brasileiro do setor moveleiro existe um total de mais de dezesseis mil empresas no país. A maior quantidade está distribuída nos estados de

São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais, Paraná e Mato Grosso do Sul. A indústria moveleira mobiliza no país mais de duzentos mil trabalhadores (ver **Figura 2.3**).



Figura 2.3 - Mapa de concentração de fabricantes de móveis no Brasil.
 Fonte: ABIMOVEL (2006)

Semelhante ao mercado de madeira, o grande destino do móvel brasileiro são os Estados Unidos. O mercado norte-americano importa 40% da produção comercializada no exterior. A França é o segundo mais importante mercado comprador dos produtos brasileiros, vindo a seguir o Reino Unido, a Argentina e a Alemanha (ABIMOVEL, 2006).

Ainda, a mesma Associação afirma que o setor moveleiro brasileiro é caracterizado pela junção de diversos tipos de matérias-primas, produzida por distintas cadeias produtivas. Além disso, as empresas se especializam em alguns

tipos de móveis: cozinha, banheiro, sala, quarto e complementos. Os móveis de madeira, que são a maior parte da produção do setor, são segmentados em dois tipos: *i)* retilíneos; e *ii)* torneados. Os retilíneos são lisos, com desenhos simples de linhas retas e a matéria-prima principal são painéis de madeira em geral. Os torneados reúnem detalhes mais sofisticados de acabamento, misturando formas retas e curvilíneas, cuja principal matéria-prima é a madeira maciça.

Em conformidade com o padrão mundial, a indústria moveleira no Brasil caracteriza-se pelo pequeno porte de seus estabelecimentos industriais: as micros e pequenas empresas, até 19 empregados, representam em torno de 88% do total de estabelecimentos registrados, 33% do emprego total e apenas 16% do valor bruto da produção industrial. Já, as empresas de porte médio, entre 20 e 500 empregados, representam 12% do total dos estabelecimentos, 60% do emprego total e em torno de 75% do valor bruto da produção (VENZKE, 2002).

A presença de uma multiplicidade de micro e pequenas empresas ocorre no segmento de móveis sob encomenda, em geral marcenarias, cuja matéria-prima básica é a madeira compensada, conjugada com madeiras nativas. Seus equipamentos e instalações são quase sempre deficientes, gerando muitas imprecisões nas medidas, sendo que o trabalho é predominantemente artesanal. São empresas, em sua maioria, integradas, que detêm, inclusive, o processamento primário da madeira com que trabalham. Seu produto final destina-se predominantemente ao mercado doméstico (ABIMOVEL, 2006).

No segmento de móveis seriados, principalmente os retilíneos, encontram-se as empresas mais modernas, que produzem em grande escala utilizando redes atacadistas nacionais como distribuidores. Os móveis retilíneos seriados são lisos, sem detalhes sofisticados de acabamento e com desenho simples de linhas retas. O processo produtivo é bem mais simplificado, envolvendo produção em grande escala e poucas etapas: corte dos painéis, usinagem e embalagem. As etapas de acabamento e montagem final foram eliminadas, pois os painéis de madeira aglomerada já são adquiridos com acabamento, e a montagem final do móvel é feita pelo varejista. Em contraste com os móveis torneados seriados, cujo processo de fabricação envolve outras etapas, como: secagem da madeira, processamento secundário, acabamento e montagem (VENZKE, 2002).

Na **Figura 2.4**, mostra-se a cadeia produtiva da madeira, contemplando a madeira bruta como fonte de energia (carvão vegetal e lenha), a polpa para a produção de papel, além da fabricação de painéis aglomerados ou de fibras. A indústria moveleira pode ser segmentada em função da matéria-prima utilizada, bem como pela aplicação de seus produtos (LIMA; MAKISHI, 2004).

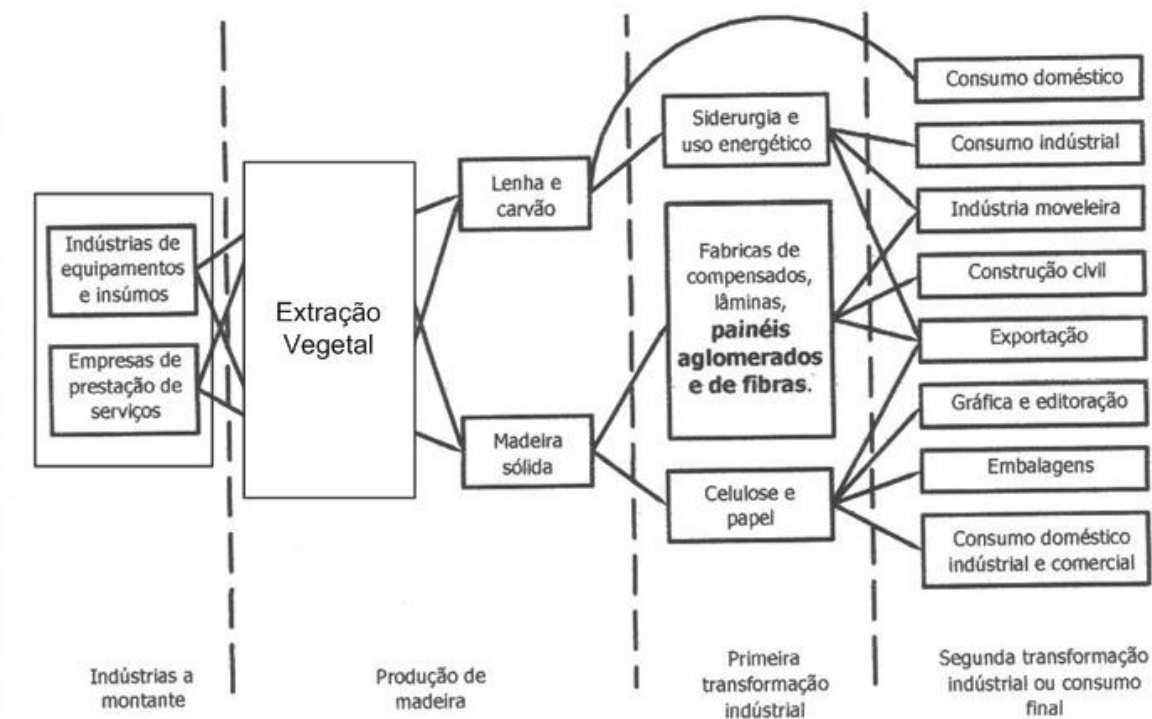


Figura 2.4 –Cadeia produtiva do setor moveleiro.

Fonte: (Adaptado de LIMA; MAKISHI, 2004).

A matéria-prima básica e tradicional da indústria moveleira é a madeira. Ela passa por um preocupante processo de exaustão das reservas naturais, devido à exploração não manejada das florestas nativas e o baixo índice de reflorestamento, gerando uma demanda reprimida de 3.000.000 de hectares de madeira reflorestada, conforme dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2001). Devido a esta preocupação com a destruição das florestas e como governos e órgãos ambientais não garantem a origem não predatória dos produtos florestais, consumidores do mundo inteiro passaram a procurar produtos ambientalmente corretos, ou seja, produtos que oferecem garantias de que não vieram de desmatamentos ou exploração predatória ou ilegal (SILVA, 2001).

Sendo assim, a certificação realizada por sistemas privados fornece garantias de que o produto considera aspectos ambientais. Estes sistemas comprovam que os produtos vêm de florestas bem manejadas, onde a legislação é obedecida, que os direitos dos trabalhadores e comunidades são considerados e que o processo é economicamente viável, além da tecnologia utilizada que induz a regeneração natural da floresta, mantendo a biodiversidade (*ibidem*).

Segundo a ABIMCI (2007), no Estudo Setorial do Setor Moveleiro para o ano de 2006, apresenta-se a cadeia produtiva do setor de madeira processada mecanicamente (ver **Figura 2.5**) dividido em dois grupos: *i*) não madeireiros; e *ii*) madeireiros. No primeiro grupo, destacam-se produtos, tais como: frutas, óleos, resinas, mel, bambu, entre outros. Por outro lado, o segmento dos produtos madeireiros abrange os produtos de madeira processada mecanicamente, celulose e papel, painéis reconstituídos, dentre outros. Nos produtos de madeira processada mecanicamente, destacam-se a madeira serrada, lâminas, chapas de madeira e produtos de maior valor agregado.

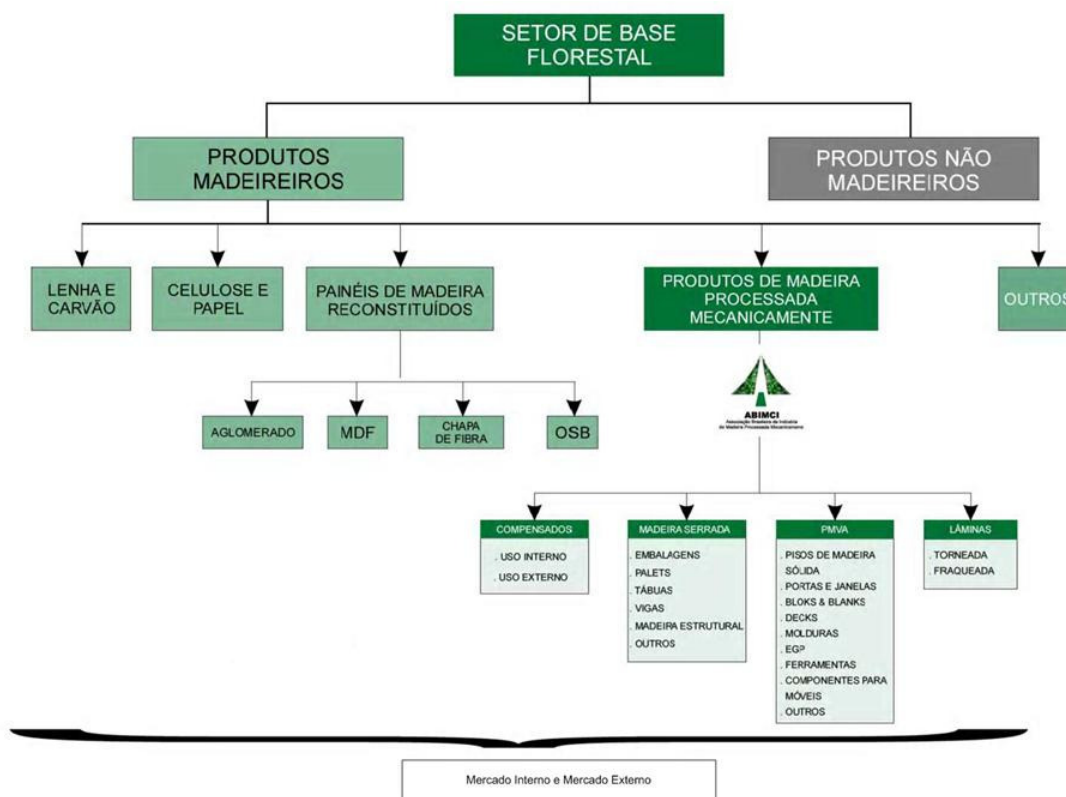


Figura 2.5– Cadeia produtiva do setor de madeira processada mecanicamente
 Fonte: (ABIMCI, 2007)

Os produtos de maior valor agregado são obtidos pelo reprocessamento da madeira serrada, com vistas à agregação de valor ao produto primário. Essa é uma tendência que a maioria das empresas brasileiras vem buscando nos últimos anos. As principais espécies utilizadas na fabricação dos produtos de maior valor agregado são as madeiras oriundas de florestas plantadas, o Pinus e o Eucalipto, e algumas espécies nativas.

A **Tabela 2.2** mostra a produtividade e produção sustentada de florestas plantadas no Brasil. Pode-se observar uma produção sustentada de 167.867 mil m³ por ano das florestas plantadas no Brasil. E ainda, destaca-se o total de áreas do Brasil com plantios florestais por espécie, no qual a Acácia é a espécie mais representativa depois do Eucalipto e Pinus, concentrando-se nos estados do Rio Grande do Sul e Roraima.

Tabela 2.2—Produtividade e produção sustentada de florestas plantadas no Brasil (Ano Base 2006)

<i>Espécie</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>IMA (m³/ha.ano)</i>	<i>Produção Sustentada (1.000 m³/ano)</i>
Eucalipto	3.549.147	33	117.122
Pinus	1.824.270	25	45.607
Acácia	184.363	18	3.319
Teca	42.496	9	382
Paricá	41.100	25	1.027.500
Outras	102.559	10	1.025.590
TOTAL	5.743.935	-	2.219.520

Fonte: (ABIMCI, 2007)

A madeira eucalipto tem inúmeras vantagens. Entre elas destacam-se: *i)* rápido crescimento volumétrico e potencialidade para produzir árvores com boa forma; *ii)* características silviculturais desejáveis, como bom incremento, boa forma, facilidade a programas de manejo e melhoramento, tratos culturais, desbastes, desramas; *iii)* adequados aos mais diferentes usos industriais, com ampla aceitação no mercado; *iv)* grande plasticidade do gênero, devido a diferentes espécies, que se adaptam as diversas condições. Porém existem referentes ao eucalipto, alguns mitos como: a utilização deste tipo de madeira resseca o solo, empobrece o solo, e reduz a diversidade animal. Estes mitos são esclarecidos por meio de estudos realizados por

especialistas do setor. Ressalta-se que muitos mitos são provenientes da falta de preparo técnico dos envolvidos no processo de utilização deste material (SILVA, 2002).

Conforme Ramos (2001), a madeira pode ser sub-classificada como: madeira maciça, madeira tropical reflorestada e madeira reconstituída. O mesmo autor afirma que é melhor não utilizar a madeira maciça para a concepção de um produto ambientalmente correto. Portanto, destaca-se que a principal recomendação para projetistas no caso da madeira é verificar quais são as madeiras existentes no mercado que não estão em processo de extinção e que são abundantes. São preferíveis madeiras vindas de áreas de manejo sustentado, verificando a rotulagem ecológica das mesmas, ou de áreas de reflorestamento.

A ABIMOVEL (2008) destaca algumas das normas utilizadas no setor moveleiro, tais como: NBR 12666:1992 -Móveis – Terminologia; NBR 14535:2000 - Móveis de madeira - Tratamento de superfícies - Requisitos de proteção e acabamento; NBR 14045:1998 - Ferragens e acessórios - Dispositivos de fechamento e limitadores de movimento; e NBR 14034:1998 - Móveis de cozinha – Padronização. Há também normas européias referentes a materiais, por exemplo: EN 323; EN 319; EN 317; e EN 323.

Eger (2005) ressalta que, conforme a norma européia EN 120/92 (Determinação do teor de formaldeído em painéis de madeiras), as chapas são classificadas de acordo com seu valor de emissão de formaldeído em categorias, ou qualidades, de emissão. São elas:

- a) Categoria E0: painel com emissões mínimas, apenas verificando o valor de emissão da madeira, sendo considerada livre de emissões;
- b) Categoria E1: painel com emissões de até 10mg de formaldeído para cada 100g de amostra seca de material; é possível que este valor seja reduzido para 7mg;
- c) Categoria E2: emissões entre 10mg e 30mg de formaldeído para cada 100g de amostra seca;
- d) Categoria E3: emissões com valores acima de 30mg de formaldeído.

A quase totalidade dos painéis brasileiros enquadra-se na categoria E2, sendo que alguns fabricantes podem, sob consulta e com preços diferenciados, produzir chapas da categoria E1.

Ferraz (2005) destaca que para conquistar clientes no mercado internacional, renomados *designers* brasileiros apontam para o crescimento do uso de madeira certificada em móveis e objetos utilitários e de decoração. E ainda, salienta que as cores intensas, texturas diversificadas e máximo aproveitamento da matéria-prima extraída da floresta são as principais características do *design* com madeira certificada e o ponto de partida para diferentes concepções de desenho. Esta diversidade é também importante elemento de projeto, na medida em que as madeiras certificadas amazônicas apresentam numerosas cores e texturas.

No setor moveleiro, os profissionais investem na divulgação de madeira certificada e no uso de madeiras da floresta tropical amazônica nos seus projetos, destacando conceitos como modulação (pequenas peças compõem o móvel), a importância da criação de peças únicas e a diversidade de madeiras nativas em uma única peça (GRUNOW, 2002). Uma tendência é que o consumo de madeira tropical deverá atingir 54,6 milhões de m³ em 2010, passando para aproximadamente 55,4 milhões de m³ em 2020 (ABIMCI, 2007).

Salienta-se a importância da projeção de novos produtos em ter menor impacto ambiental no seu desenvolvimento e incentiva-se o uso de madeiras tropicais certificadas. Portanto, estes dados são relevantes para verificar que existem materiais e áreas não exploradas na indústria moveleira (*ibidem*).

A utilização de painéis a base de madeira permite manter muitas das vantagens da madeira sólida, adicionando outras como dimensões dos painéis não estritamente relacionadas às dimensões das árvores. Além disso, pode-se agregar valor a materiais de baixa aceitação como resíduos de serrarias e desbastes, e há a possibilidade de eliminar muitos defeitos provenientes da anatomia da árvore como nós, medulas, desvios da grã, conferindo ao produto final homogeneidade muito maior que a encontrada na madeira serrada. Pode-se ainda, pela especificação da densidade, controlar a maioria das propriedades e, adicionando produtos específicos, aumentar a resistência dos painéis ao fogo e à biodeterioração,

umentando a durabilidade e a diversificação da utilização deste material (ELEOTÉRIO, 2000).

A grande vantagem da utilização de painéis à base de madeira é elucidada quando compara-se sua utilização com materiais não-renováveis, como alvenaria, aço, plástico e alumínio. Um consistente parâmetro de comparação é a demanda de energia para a extração, produção e transporte de cada material. A utilização de uma tonelada de MDF, no fechamento de paredes, resulta numa necessidade líquida de energia de 8,49 milhões de BTU (9×10^9 J); a utilização de alumínio demandará 34,08 milhões de BTU (36×10^9 J) e por fim, a utilização de alvenaria para o mesmo fim, 183,28 milhões de BTU (190×10^9 J) (KOCH, 1992).

Conforme a ABIMCI (2007), os tipos de painéis de madeira podem ser sólidos e reconstituídos. Nos painéis sólidos estão os compensados e nos painéis reconstituídos estão os aglomerados, MDF, OSB e chapa de fibra. Por sua vez, os compensados também podem ser sarrafeados (constituído por sarrafos e revestidos com lâminas coladas perpendicularmente) e multilaminados (compostos exclusivamente de lâminas de madeira). Ainda, os compensados têm múltiplas aplicações, destacando-se seu emprego na construção civil, na indústria moveleira e como embalagem. Na indústria moveleira são empregados principalmente na produção de fundos de gaveta, armários, roupeiros, tampos de mesa, laterais de móveis, braços de sofá, fundos de armários, entre outros.

Conforme Mendes, Albuquerque, Iwakiri (2003), as vantagens em utilizar os painéis de madeira reconstituída em relação à madeira sólida, são muitas e residem, principalmente, nos aspectos de rendimento em relação ao volume das toras, a utilização de madeiras de reflorestamento com rápido crescimento, e madeiras de densidade baixa a média que conferem rigidez suficiente para aplicação estrutural.

Por outro lado, tem-se outros materiais utilizados no setor moveleiro como, por exemplo, alguns metais, o vidro e o papel. Os metais mais utilizados na fabricação de móveis são: aço carbono, aço inox, alumínio, aço galvanizado, ferro e cobre. (PADILHA; RODRIGUES; SOUZA, 2005).

Esses materiais podem ser utilizados como matéria-prima ou material reciclado. No caso da reciclagem, ela exige a desmontagem dos produtos e a

separação, limpeza e transformação dos materiais, sendo que esses processos demandam novos materiais e energia para a produção de novos componentes, peças ou produtos. Esses processos implicam no consumo de energia e de recursos naturais que também apresentam custos ambientais. Esses custos ambientais são geralmente, maiores que os do reuso do produto ou de suas partes, porém menores que os da produção dos materiais a partir de matérias-primas virgens (RAMOS, 2001).

Os impactos ambientais da reciclagem do alumínio equivalem a 10 % dos impactos da produção a partir de materiais virgens (ver **Figura 2.6**). A energia necessária para a produção do alumínio a partir do material reciclado traz reduções ainda maiores. Portanto, quando as opções de reuso, reparação e remanufatura não são viáveis, a reciclagem dos materiais do produto deve ser facilitada. Em alguns casos, os custos da coleta, separação e reciclagem podem exceder os custos monetários e ambientais, do descarte no aterro ou incineração. Entretanto, a reciclagem é uma alternativa, em geral bastante atraente, quando são considerados todos os benefícios que ela traz, tais como: preservação de áreas de terra e cursos de água, incremento da renda de famílias carentes e redução da pressão sobre recursos naturais.

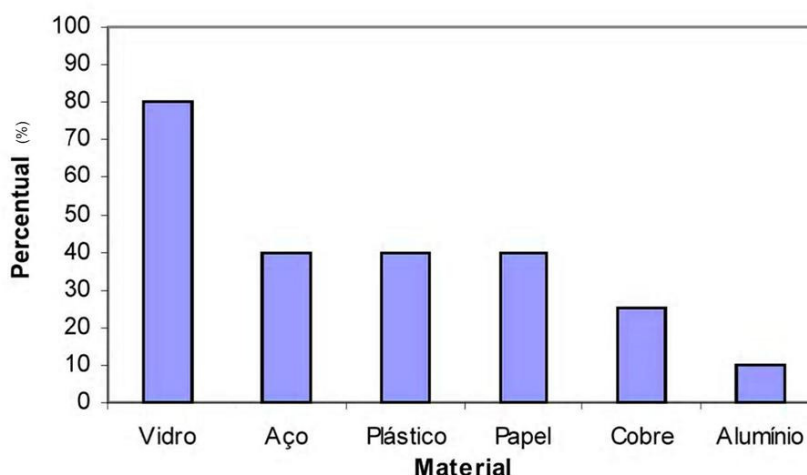


Figura 2.6-Percentual de impacto ambiental da produção de materiais novos a partir de reciclados em relação à produção a partir de materiais virgens.
Fonte: (RAMOS, 2001)

Portanto, após o levantamento do panorama do setor moveleiro identificou-se o segmento industrial ao qual poderá ser aplicada a ferramenta proposta para esta investigação. Em seguida, conforme a estrutura da revisão da literatura apresentada anteriormente neste capítulo, apresenta-se o Modelo de Referência do Processo de Desenvolvimento do Produto que foi utilizado para esta investigação.

2.3. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO: MODELO DE REFERÊNCIA

A área da gestão de desenvolvimento do produto tem evoluído gradualmente, apresentando modelos referenciais de desenvolvimento de produtos e, assim, indicando as melhores práticas para o Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP). Portanto, podem-se citar algumas abordagens tidas como clássicas para o desenvolvimento do produto: Pahl e Beitz (1996); Rozenfeld *et al.* (2006); e Ullmann (2003). Nesta investigação, utiliza-se como Modelo Referencial o proposto pelos autores Rozenfeld *et al.* (2006), por ser uma referência brasileira no âmbito do Desenvolvimento do Produto.

No Modelo Referencial apresentam-se as seguintes etapas: *i*) projeto informacional trata basicamente, da aquisição e transformação de informações; *ii*) projeto conceitual (as atividades da equipe de projeto relacionam-se com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto) e projeto detalhado (fase do projeto que tem por objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, para então serem encaminhados à manufatura e às outras fases do desenvolvimento); *iii*) preparação e produção, o objetivo desta fase é garantir que a empresa e todos os parceiros de fornecimento consiga produzir produtos no volume definido na Declaração do Escopo do Projeto, com as mesmas qualidades do protótipo e que também atendam aos requisitos dos seus clientes durante o ciclo de vida do produto; e por último, *iv*) lançamento do produto, esta fase envolve o desenho dos processos de venda e distribuição, atendimento ao cliente e assistência técnica, e as campanhas de marketing (ROZENFELD, *et al.*, 2006) (ver **Figura 2.7**).

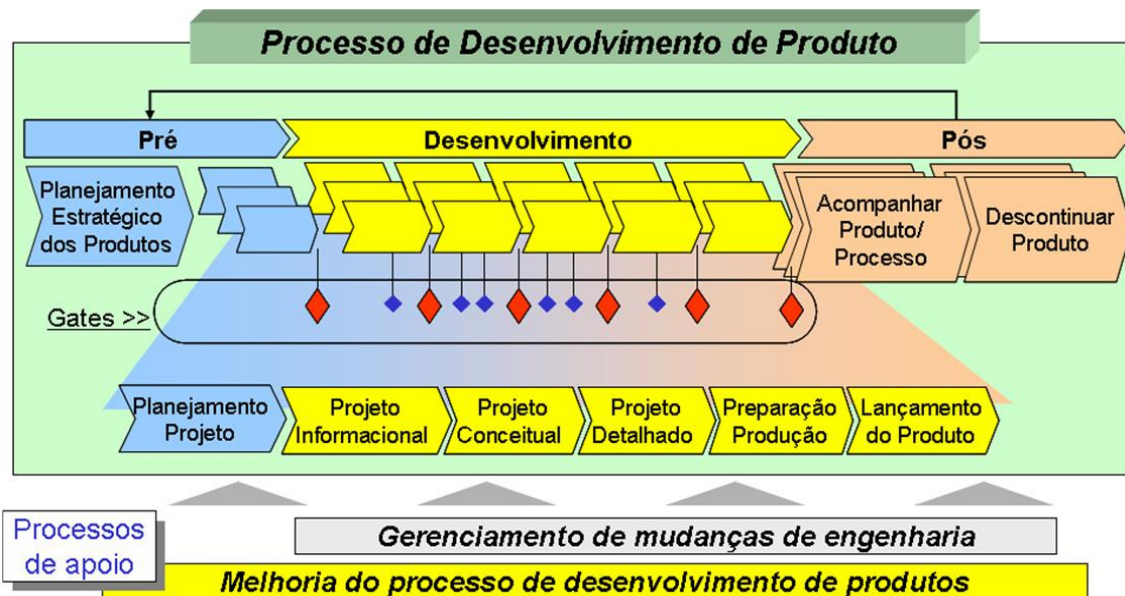


Figura 2.7- Modelo Referencial de Desenvolvimento de Produto
 Fonte: (ROZENFELD, *et al.*, 2006)

Ainda, Rozenfeld *et al.* (2006) destacam que as escolhas das alternativas ocorridas no início do ciclo de desenvolvimento são responsáveis por cerca de 85% do custo comprometido do produto final. Ou seja, todas as outras definições e decisões a serem tomadas ao longo do ciclo de desenvolvimento, após as fases iniciais, determinam 15% do custo incorrido (i.e. aqueles que já aconteceram) (ver **Figura 2.8**).

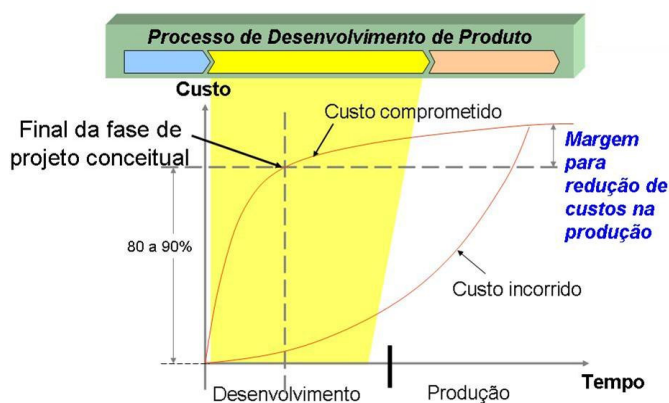


Figura 2.8 - Custo comprometido *versus* custo incorrido
 Fonte: (ROZENFELD, *et al.*, 2006)

Exatamente por isto, que quando se toma a maior parte das decisões, que são significativas para a determinação do custo final do produto, é o momento no qual se

tem o maior grau de incerteza sobre o produto e suas especificações, sobre o seu processo de fabricação e mesmo se ele será um sucesso no mercado. Somente após produzir muitas concepções, alternativas construtivas e soluções definidas, é que esse grau de incerteza vai diminuindo para as equipes de projeto. Portanto, é nessa etapa conceitual do desenvolvimento do produto, especificamente na formalização da alternativa, que será aplicada a ferramenta proposta por esta investigação. O projeto conceitual é uma das fases mais vulneráveis em questão de caracterização das alternativas e onde a ferramenta proposta poderá auxiliar aos projetistas, já que isto terá repercussão nas outras fases do desenvolvimento do produto considerado ambientalmente correto.

No projeto conceitual do Modelo Referencial, as equipe de projetistas tem os seguintes objetivos: buscar, criar, representar e selecionar soluções para o produto final (ver **Figura 2.9**). Portanto, este Modelo Referencial divide esta etapa em: modelagem funcional, desenvolvimento de alternativas de solução, seleção de concepções alternativas, monitorando a viabilidade econômica e por último, documentando as decisões tomadas e registrando as lições aprendidas no desenvolvimento de produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

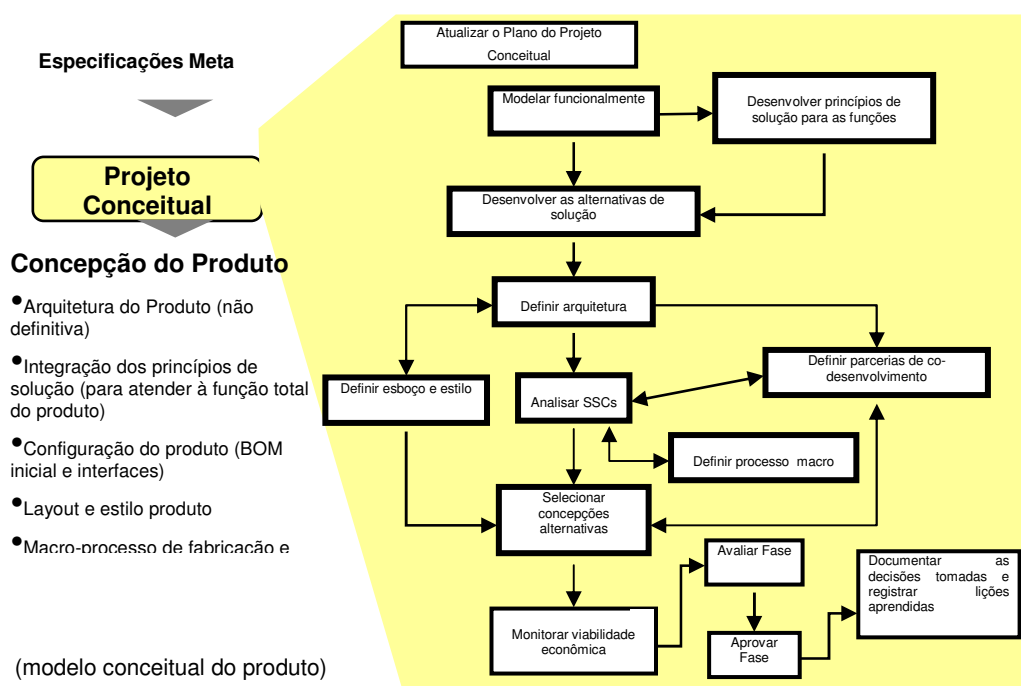


Figura 2.9- Projeto Conceitual de acordo com o Modelo Referencial
 Fonte: (ROZENFELD *et al.*, 2006)

Conforme Rozenfeld *et al.* (2006), o segredo de um bom desenvolvimento de produtos é garantir que as incertezas sejam minimizadas por meio da qualidade das informações e que, a cada momento de decisão, exista um controle constante dos requisitos a serem atendidos e uma vigilância das possíveis mudanças de mercado. Por isto, na constante procura das empresas para se engajar as novas tendências do mercado nos seus produtos, destacam-se como pontos relevantes os novos inter-relacionamentos dos temas de sustentabilidade e desenvolvimento do produto.

Medeiros e Mendes (2007) destacam que a idéia para o desenvolvimento de novos produtos vem do levantamento de informações, da investigação permanente e da observação. Existem diferentes técnicas para materializar a idéia e perceber qual das alternativas cumpre melhor a conceituação e parâmetros definidos no projeto informacional de desenvolvimento do produto. Sendo assim, Ferreira e Rocha (2003) apresentam um exemplo do desenvolvimento de um móvel de madeira reflorestada (ver **Figura 2.10**).

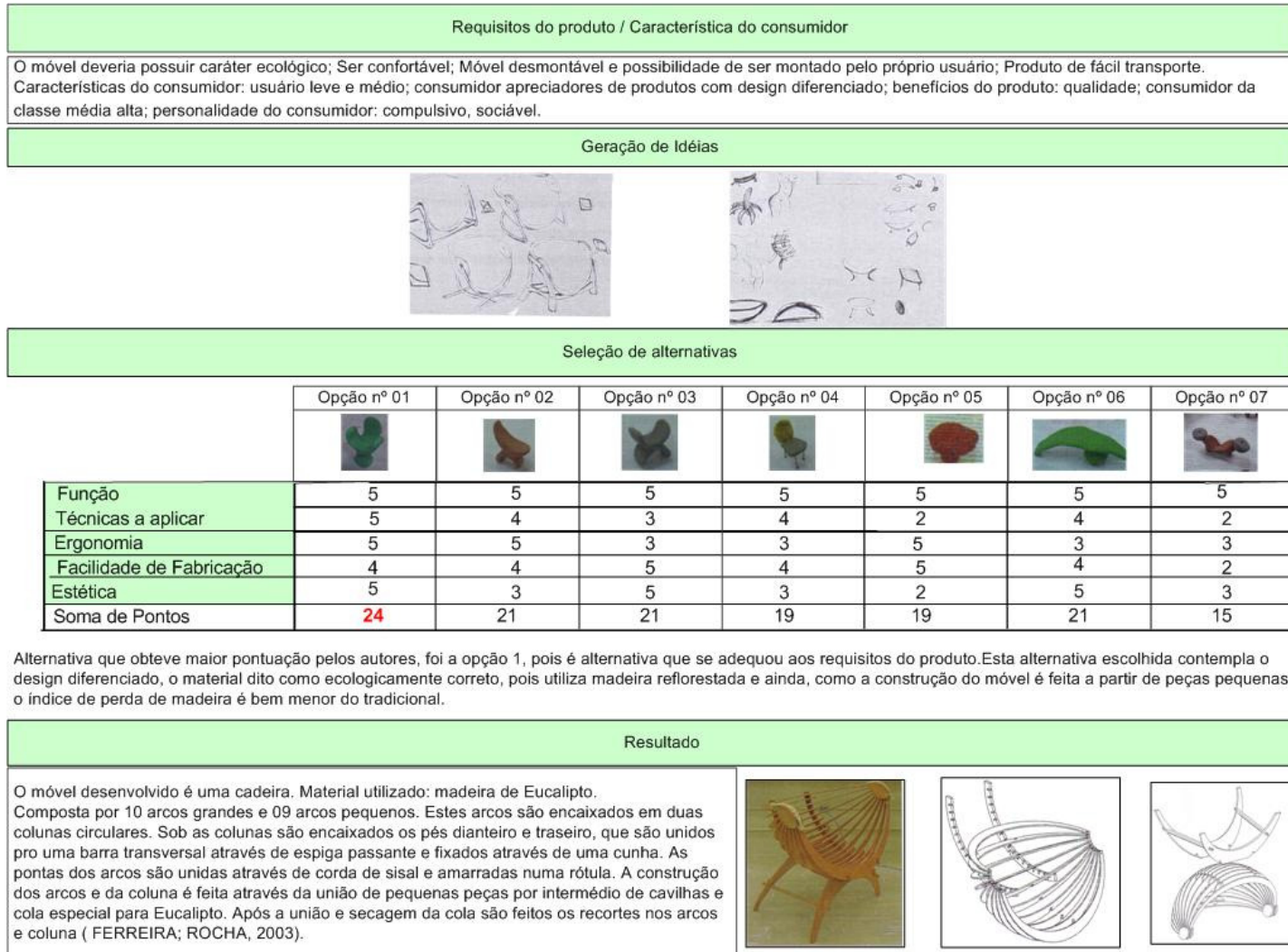


Figura 2.10 – Exemplo do projeto conceitual do desenvolvimento de uma cadeira

Fonte: (Adaptado de FERREIRA; ROCHA, 2003)

2.4. INTER-RELACIONAMENTOS ENTRE A DIMENSÃO AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Segundo Waage (2007) as equipes de projetistas precisam ter um bom entendimento de como e qual seria a melhor forma para fazer o inter-relacionamento entre as duas áreas: ambiental e desenvolvimento do produto. Para isto, as equipes de projeto poderiam ter duas principais ações: ter uma visão sustentável e utilizar estratégias e ferramentas no desenvolvimento do produto. Uma apropriada tomada de decisão orientada para a sustentabilidade requer uma mudança no processo de desenvolvimento do produto, de várias estratégias de negócios e de novos produtos de linha, por meio de operações práticas (ver **Figura 2.11**).

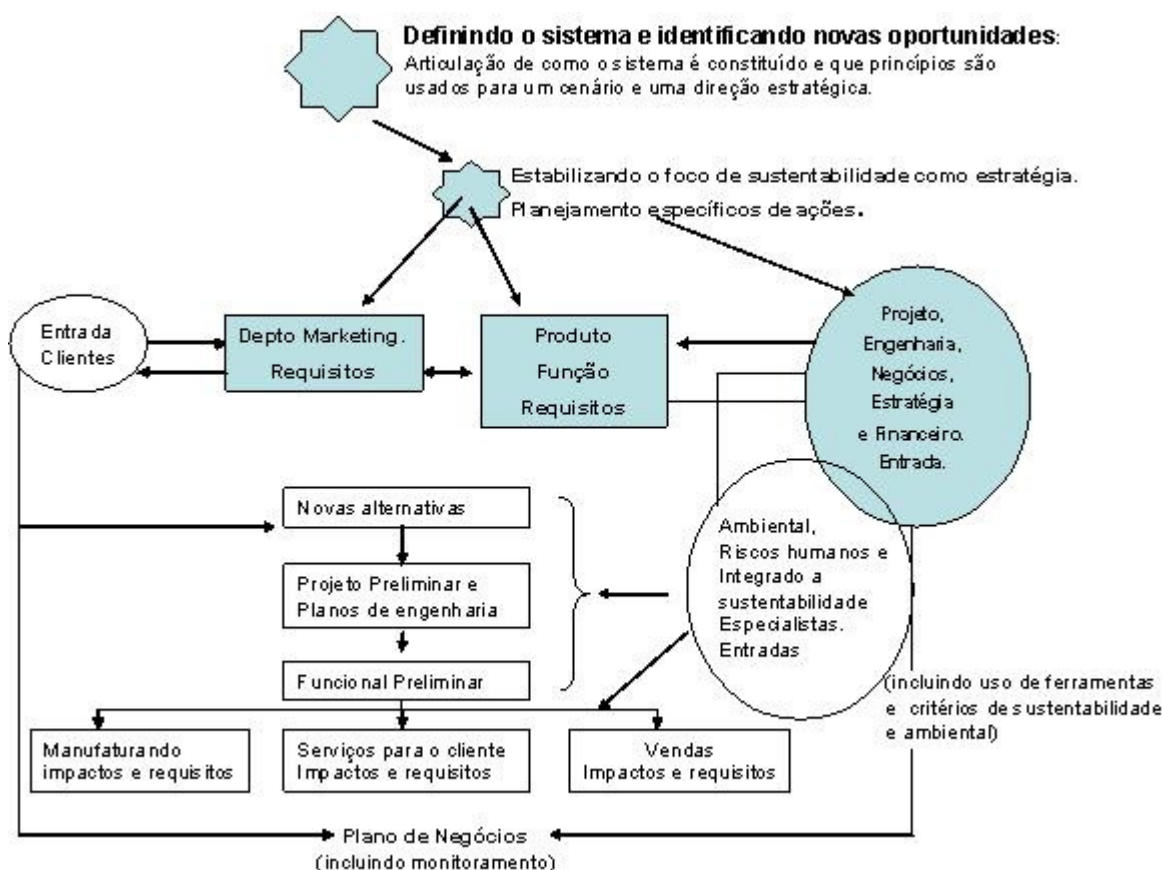


Figura 2.11– Processo de desenvolvimento do produto com adaptações orientadas para sustentabilidade.

Fonte: (WAAGE, 2007)

Os autores ainda destacam que os critérios e características de um produto ambientalmente correto devem incluir: *i*) minimizar fluxos e volumes de material e produtos em relação a questões-chave para a sustentabilidade (e.g. exposição

humana, assimilação de resíduos); *ii*) uso de materiais e entradas que devem ser não-tóxicos, não persistentes e não bio-acumulativos; e *iii*) recursos sustentáveis e renováveis de energia. Deve-se também estabelecer programas de diálogos com as partes interessadas e integrar a entrada de novas partes interessadas dentro dos processos de tomada de decisão.

No desenvolvimento de produtos ambientalmente corretos, tradicionalmente, havia três principais objetivos que direcionavam o projeto de desenvolvimento do produto: *i*) performance do produto; *ii*) custo do produto; *iii*) custo do desenvolvimento. Durante as últimas décadas, um quarto objetivo foi adicionado devido à necessidade do curto espaço de tempo de chegada dos produtos ao mercado (*time-to-market*). Esse objetivo foi intitulado de “desenvolvimento rápido”. Atualmente, esta necessidade agravou-se com a emergência dos requisitos de desenvolvimento sustentável, mudando assim o mercado. Um quinto objetivo que também deve ser adicionado é intitulado de “performance ambiental” (KAWAMOTO; SANTOS; JABBOUR, 2006).

Uma das estratégias para melhorar o desempenho ambiental dos produtos é a redução da utilização dos recursos naturais e a redução dos impactos ambientais causados pela geração de resíduos ao longo da vida dos produtos (processos produtivos, utilização e descarte). As estratégias para melhorar a performance ambiental podem ser classificadas em duas categorias: estratégias de redução e estratégias de extensão da vida útil do produto, dos seus componentes ou dos seus materiais (RAMOS, 2001).

Por outro lado, no processo tradicional de desenvolvimento do produto são determinados os materiais, quanto tempo o produto vai durar, quão eficiente será o uso de energia e se após o fim da sua vida útil ele poderá ser reaproveitado ou não. "Os objetivos do projetista ambientalmente responsável são: usar o mínimo de recursos, conseguir o maior valor de uso com o mínimo de materiais e de energia e minimizar a poluição criada durante o processo de produção e vida útil do produto" (MACKENZIE, 1997, p. 68).

Pimenta e Gouvinhas (2007) destacam que a natureza dos problemas ambientais é parcialmente atribuída à complexidade dos processos industriais utilizados pelo homem. Todo produto, não importa de que material seja feito ou

finalidade de uso, provoca um impacto no meio ambiente, seja em função de seu processo produtivo, das matérias-primas que se consome, ou devido ao seu uso ou disposição final. Portanto, os requisitos ambientais no projeto de desenvolvimento do produto são descritos para minimizar o consumo de matéria-prima e o consumo de energia, a geração de resíduos, riscos à saúde e segurança e a degradação ecológica. E ainda, destaca-se que o projeto de desenvolvimento do produto também constitui uma ativa interface entre a demanda (consumidores) e o fornecimento (fabricantes). Conseqüentemente, a importância do argumento ambiental necessita ser considerada no projeto do desenvolvimento do produto (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002).

Porém, Ries, Winker e Züst (1999); Jonhansson (2002); Ammenberg e Sundin (2005) destacam que as interligações ambientais com o desenvolvimento do produto apresentam algumas dificuldades como: *i)* pouco conhecimento dos impactos ambientais de produtos específicos pelas equipes de projeto e empresas; *ii)* inter-relacionamentos dos setores internos das empresas (destaca-se que a principal dificuldade das empresas em implementar os aspectos ambientais nos seus estágios de desenvolvimento de produto é a interface entre as funções de gerenciamento ambiental e os departamentos para pesquisa e desenvolvimento do produto); e *iii)* pouca orientação sobre custos no desenvolvimento do produto, pois quanto mais cedo implementar os novos requisitos ambientais nas fases iniciais do projeto de desenvolvimento do produto, menos custos serão atribuídos no final do projeto.

Assim, as equipes de projeto, durante o desenvolvimento de produto, com o auxílio das ferramentas, são levadas a uma reflexão sobre quais os aspectos ou requisitos ambientais devem ser adotados no produto e quais fatos relevantes devem considerados no momento da tomada de decisão para o direcionamento dos trabalhos. Quanto mais cedo ocorrer esta análise do produto, será melhor, já que a definição das alternativas será mais clara e rápida (CHAKRABARTI; MORGENSTERN; KNAAB, 2004; ROZENFELD *et al.*, 2006).

Rozenfeld *et al.* (2006) destacam que na fase do projeto conceitual do Modelo de Referência do Desenvolvimento do Produto há dificuldade em se prever os aspectos do ciclo de vida, nas primeiras fases do projeto do produto. Estas dificuldades ocorrem desde o nível de abstração do produto, nas primeiras fases, até

a quantidade e complexidade desses aspectos. Assim, para auxiliar os projetistas a melhor avaliar os impactos do ciclo de vida relativos às suas decisões de projeto, empresas e pesquisadores desenvolveram vários métodos e ferramentas de auxílio às decisões de projeto, denominadas de abordagens DFX (*Design For X*, Projeto para X). O “X” representa uma das várias considerações que ocorrem ao longo do ciclo de vida, tais como: qualidade, manufatura, produção ou meio ambiente. Os métodos DFX podem ser apresentados de diferentes formas. Podem estar na forma de um procedimento ou um conjunto de regras ou diretrizes, ou podem ser um software que realiza vários tipos de análises, resultando em estimativas de custo, manufaturabilidade ou desempenho, que são, então, utilizados pelos projetistas nas tomadas de decisão.

A importância de qualquer metodologia DFX, principalmente no projeto conceitual, deve-se ao fato de que as decisões tomadas nessas etapas têm o maior efeito nos custos de um produto pelo menor investimento. A seguir são apresentadas algumas destas metodologias DFX que serão utilizadas nesta investigação, tais como: Projeto para Montagem, Projeto para Manufatura e Projeto para o Meio Ambiente.

2.4.1. Princípios do projeto para montagem

O princípio do projeto para montagem tem por objetivo simplificar a estrutura do produto a fim de reduzir custos. Para as equipes de projeto, esta metodologia auxilia a explorar novas formas de efetuar as tarefas de manufatura e assim, desafiar as soluções usuais e fazer sugestões a novas abordagens. Ainda, auxiliam a entender partes ou concepções específicas no produto que requerem melhorias, por discriminar o efeito de cada parte na montagem total.

O projeto para montagem baseia-se em reduzir o número de componentes que devem ser montados, e, então, assegurar que os componentes remanescentes sejam fáceis de montar e fabricar, reduzindo o custo total da montagem, e também satisfazer as especificações funcionais. As abordagens do Projeto para Montagem sugerem: *i)* a consolidação dos componentes; *ii)* a montagem vertical com o auxílio da gravidade; o uso de características de orientação e inserção nas partes; e *iii)* a revisão do projeto conceitual por meio do consenso da equipe de projeto.

Sendo assim, conforme Rozenfeld *et al.* (2006) tem-se os seguintes princípios do Projeto para Montagem: *i)* simplificar; *ii)* padronizar; *iii)* projetar produtos e montagem à prova de erros; *iv)* projetar partes que minimizem o esforço e ambigüidade nas orientações e manipulações; *v)* minimizar as partes flexíveis e interconexões; *vi)* projetar para a fácil montagem pela utilização de movimentos simples e minimização do número de eixos de montagem; *vii)* projetar para união e fixação eficientes; *viii)* projetar produtos modulares para facilitar a montagem.

No momento de analisar os resultados do projeto conceitual, catálogos de exemplos com princípios e diretrizes e listas de controles (*checklists*) são as ferramentas de maior aplicação e eficiência em termos do Projeto para Montagem.

2.4.2. Princípios do projeto para manufatura

O projeto para manufatura é uma abordagem que enfatiza aspectos da manufatura ao longo do processo de desenvolvimento do produto (BRALLA, 2007). Esta metodologia é uma abordagem que visa chegar a um produto com baixo custo sem sacrificar a sua qualidade. É importante salientar que no projeto de um produto, existe uma intensa relação de função com a forma, os materiais e os processos de produção selecionados, e, nesse último, incluem-se os processos de fabricação e montagem (ver **Figura 2.12**).

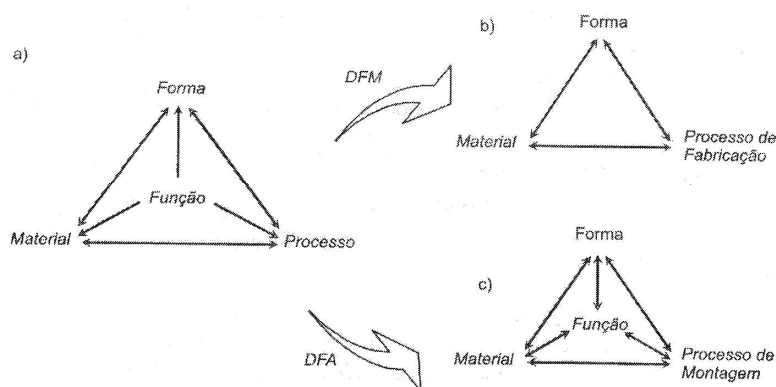


Figura 2.12- Relacionamento entre função, forma, material e processo

Fonte: (ROZENFELD, *et al.*, 2006)

Rozenfeld *et al.* (2006) destacam que o projeto para manufatura analisa cada componente em separado e tende a recomendar partes de formas simples em substituição a um componente de forma geométrica complexa, achando o mais

eficiente uso de geometria do componente com relação ao processo de fabricação, e, em geral, ocasionando um aumento do número de componentes. Por outro lado, o Projeto para Montagem avalia todo o produto, não apenas as partes individualmente, buscando simplificar a arquitetura do produto e objetivando o mais eficiente uso da função do componente.

Rozenfeld *et al.* (2006) apresentam os princípios para o projeto de manufatura: *i)* reduzir o número de componentes; *ii)* utilizar componentes e materiais padronizados; *iii)* projetar para a fácil fabricação por meio da seleção de processos compatíveis com os materiais; *iv)* utilizar as características especiais dos processos; *v)* considerar, no projeto, a facilidade para a verificação do produto e seus componentes; *vi)* evitar tolerâncias estreitas além da capacidade natural do processo de manufatura.

Além disto, o projeto para manufatura está relacionado com o entendimento de como o projeto do produto interage com os vários componentes do sistema de manufatura, de maneira que os componentes que formarão o produto após a montagem sejam fáceis de ser fabricados. Portanto, o projeto do produto e o projeto do processo não podem de modo algum ser tratados como entidades separadas.

Por outro lado, destaca-se que os princípios do projeto para manufatura fornecem uma abordagem estruturada para a obtenção de projetos simplificados. Conseqüentemente, a complexidade do produto pode ser bastante reduzida pela utilização de módulos para a montagem de produtos. Por meio de módulos padronizados, uma ampla variedade de produtos pode ser montada a partir de um número limitado de módulos, dessa maneira, simplificando o projeto e o processo de manufatura.

2.4.3. Guias de Referência

O guia de referência é uma ferramenta qualitativa e pode ser definida como uma orientação e/ou recomendação baseada em um modelo que represente uma determinada situação. Le Pochat, Bertoluci e Froelich (2006), salientam que o guia de referência é uma ferramenta importante para auxiliar na tomada de decisão das equipes na seleção de soluções ambientalmente corretas, e ainda, os guias ajudam os usuários a obter os conhecimentos básicos no aspecto ambiental para o

desenvolvimento do produto. Por outro lado, os guias de referência auxiliam na redução do tempo na busca de informações, além da facilidade de manuseio e praticidade da concentração de informação e assim, obter as respostas para aquilo que está procurando.

Segundo Fiksel (1996), existem dois tipos de guias de referência aplicados para os diferentes tipos de projetos em diferentes setores da indústria. São eles:

- a) Prescriptivos. Os projetistas através destes tipos de guias de referência colocam por escrito o que é errado ou não fazer na prática. São as chamadas normas de procedimentos;
- b) Sugestivos. São guias de referência que são informações das melhores práticas de algum setor da indústria.

Conforme Fiksel (1996) encontram-se na literatura, muitos mais guias sugestivos que os prescriptivos. Portanto, tem-se registrado, na comunidade científica e empresarial, muito mais as melhores práticas na área ambiental de alguns setores da indústria. Luttróp e Lagerstedt (2006) apresentam um exemplo, das “Dez normas de ouro”, destacando-se dez guias de referência, as quais endereçam melhores práticas em empresas de diferentes setores da indústria sueca. Na **Figura 2.13** mostra-se dois guias de referência citado pelos autores.



Guia de Referência	
 1. Não utilizar substâncias perigosas	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Não utilizar materiais das listagens de substâncias perigosas <input type="checkbox"/> Encontrar soluções que não envolvam substâncias perigosas Verificar se a substância é perigosa <input type="checkbox"/> e se é possível substituição do material
 2. Minimizar o uso de energia na produção	<ul style="list-style-type: none"> Reusar partes e componentes se <input type="checkbox"/> eles ainda estiverem dentro da garantia de qualidade. Otimizar e planejar soluções de <input type="checkbox"/> menor consumo de energia, otimizar a embalagem. <input type="checkbox"/> Reduzir o uso de óleos.

Figura 2.13 – Exemplo de guia de referência
 Fonte: (LUTTROPP; LAGERSTEDT, 2006)

Conforme Byggeth e Hochschorner (2006), um *checklist* para o projeto para o meio ambiente tem por objetivo auxiliar a identificar os principais problemas

ambientais ao longo do ciclo de vida do produto. O usuário tem uma avaliação das possíveis soluções no *checklist* dos pontos relevantes, indiferentes, num contexto ambientalmente correto (ver **Figura 2.14**). Wimmer (2001) mostra que para o “*Ecodesign Online Pilot*” foram utilizadas algumas das estratégias para o projeto para o meio ambiente (ver seção 2.4.3.1).

The screenshot shows the ECODESIGN online PILOT interface. At the top, there is a navigation bar with 'ECODESIGN online PILOT' and 'INTRODUCTION'. Below this, the main title is 'Reducing energy consumption in production process' with a sub-title 'Improvement B: manufacture intensive'. A 'Checklist for ECODESIGN analysis' is displayed with 'Product' set to 'wood'. The main question is 'Are the production technologies used in the manufacture of the product energy efficient?'. A table provides a breakdown of energy consumption by process stage. To the right, there are three columns for 'Relevance (R)', 'Fulfillment (F)', and 'Priority (P)', each with radio button options. Below this is a form for 'Use energy efficient production technologies' with sections for 'Idea for Realization', 'Costs', 'Feasibility', and 'Action', each with radio button options and text input fields.

Process	Energy (kWh/ha)
Production	2 - 4
Material	3 - 5
Production	3 - 12
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input type="radio"/> very important (10)	<input type="radio"/> yes (1)	P = R * F
<input type="radio"/> less important (5)	<input type="radio"/> rather yes (2)	
<input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> rather no (3)	
	<input type="radio"/> no (4)	

Measure	Use energy efficient production technologies
Idea for Realization	
Costs	<input type="radio"/> more <input type="radio"/> same because <input type="text"/> <input type="radio"/> less
Feasibility	<input type="radio"/> difficult because <input type="text"/> <input type="radio"/> easy
Action	<input type="radio"/> at once Responsibility <input type="text"/> <input type="radio"/> later <input type="radio"/> never Deadline <input type="text"/>

Figura 2.14 – Exemplo do *checklist* – Projeto para meio ambiente
Fonte: (INSTITUTE FOR ENGINEERING DESIGN, 2001)

Wimmer (2001) salienta que os *checklist* podem auxiliar na elaboração do guia de referência, tendo em conta aspectos relevantes para o meio ambiente dentro do desenvolvimento do produto. Portanto, os guias de referência podem ser encontrados em diferentes modelos, tais como: em tabelas, em textos descritivos, em diagramas, entre outros.

A **Figura 2.15** mostra outro exemplo de guia de referência na área da saúde do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos, onde destaca-se o maior número de informações (campos assinalados) dentro de um mesmo subtema. Desta forma, o usuário possui um maior número de informações sobre o tema abordado.

Sub-Título do Tema

Nº Guia **16:6** **Design Quantitative Content for Quick Understanding** 175

Nome do Guia de Referência **Guideline:** Design quantitative information to reduce the time required to understand it.

Comentários **Comments:** Make appropriate use of tables, graphics, and visualization techniques to hasten the understanding of information. Presenting quantitative information in a table (rather than a graph) generally elicits the best performance; however, there are situations where visualizations will elicit even better performance. Usability testing can help to determine when users will benefit from using tabular data, graphics, tables, or visualizations.

Fonte Pesquisada **Sources:** Chen and Yu, 2000; Galitz, 2002; Gerhardt-Powals, 1996; Kosslyn, 1994; Meyer, 1997; Meyer, Shamo and Gopher, 1999; Meyer, Shinar and Leiser, 1997; Tufte, 1983.

Exemplo **Example:**

Relative Importance: 12300
Strength of Evidence: 12300

Grau de importância do Guia de Referência no Tema

Título do Tema

Content Organization

Figure 16.1 Renewable Energy Consumption by Source

Renewable Energy as Share of Total Energy 2000

Major Sources of Renewable Energy Consumption, 1940-2000

Renewable Energy Consumption by Source, 2000

Cancer Mortality Rates per 100,000 person years for Massachusetts, Age-adjusted 1970 US Population, White Males, 1970-1998, All ages

Long, trachea, bronchus, pleura	Colon
Prostate gland	Pancreas
Other unspecified cancers	Stomach
Leukemia	Bladder
Non-Hodgkin's lymphoma	Racism
Esophagus	Oral cavity, pharynx
Liver, gallbladder, biliary tract	Kidney, renal pelvis, ureter
Skin, nervous system	Liver
Larynx	Melanoma of skin
Multiple myeloma	Hodgkin's disease
Connective tissue	Skin, other
Salivary tract (other)	Bladder, penis
Gastrointestinal	

This is a case where displaying information using graphs and bars allows users to discern the importance of data much more quickly than when it is presented in a table format.

Presenting numerical data as bar charts may speed up the user's understanding of data.

Research-Based Web Design & Usability Guidelines

Figura 2.15 – Exemplo de guias de referência .

Fonte: (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH & HUMAN SERVICES, 2008)

Na **Figura 2.16** mostra exemplos de guias de referência. Conforme Otto e Wood (2001) o guia de referência apresenta a maneira certa e errada de cumprir determinado requisito referente à desmontagem para peças mecânicas. Por meio dos desenhos pode orientar a equipe de projeto a tomar decisões na etapa conceitual sobre qual seria o melhor caminho a ser seguido. Enquanto Bralla (2007) mostra que um guia de referência é a descrição de recomendações a serem seguidas pelo usuário, com seus respectivos desenhos, onde mostra o certo e errado.

Desenhos

Não Fazer Fazer

Nome do Guia de Referência

Guideline	Don't	Do
Use attachments that are easy to disassemble		
Minimize the number of fasteners		
Use the same fasteners		
Ensure easy access for disassembly		
Use simple standard tools		
Avoid long disassembly paths		
Design for damage free disassembly		
Use the same tools for assembly and disassembly		
Use one disassembly direction to avoid reorientations		
Design for multiple detachments with one operation		

Fonte: (OTTO; WOOD, 2001)

Descrição do Guia de Referência:

Because of the flexible capability of planers, shapers, and slotters, there are very few restrictions on the design of parts to be machined with them. There are some rules, however, that should be adhered to, either for economy of the operation or for dimensional control. They are as follows:

1. Since the cutting forces in planing and shaping may be abrupt and rather large, design parts so that they can be easily clamped to the work table and are sturdy enough to withstand deflection during machining. (See Fig. 4.7.4.)
2. It is preferable to put machined surfaces in the same plane to reduce the number of operations required. (This structure does not apply if a multitoolled planer can machine both surfaces simultaneously.)
3. Avoid multiple surfaces that are not parallel in the direction of reciprocating motion of the cutting tool because this would necessitate additional setups.
4. Avoid contoured surfaces unless a tracer attachment is available, and then specify gentle contours and generous radii as much as possible.
5. With shapers and slotters it is possible to cut to within 6 mm (1/4 in) of an obtuse-tion or the end of a blind hole. (See Fig. 4.7.5.) If possible, allow a relieved position at the end of the machined surface.
6. For thin, flat pieces that require surface machining, allow sufficient stock for a stress-relieving operation between rough and finish machining, or, if possible, rough-machine equal amounts from both sides. Allow about 0.4 mm (0.015 in) for

Exemplo:

Não Fazer Fazer

Fonte Pesquisada:

Fonte: (BRALLA, 2007)

Figura 2.16 – Outros exemplos de guias de referência

Conseqüentemente, os modelos apresentados dos guias de referência apresentam diferenças entre os campos de informação na sua estrutura: número, nome do guia, tema do conjunto de guias, comentários/descrição do guia, fonte pesquisada e exemplo. Este último campo (exemplo) pode ser desenhado demonstrando o Certo e Errado (o como fazer). Portanto, a **Tabela 2.3** mostra um resumo das características e diferenças dos exemplos apresentados dos diferentes autores.

Tabela 2.3– Comparação dos guias de referência.

Guias	Vantagem	Desvantagem
Luttrupp e Lagerstedt (Figura 2.13)	Não existe.	Genérico e Superficial
Bralla (Figura 2.15)	Descrição do guia Uso de Exemplos Uso de desenhos para deixar claro os exemplos. Fonte de Pesquisa	Limita-se a um exemplo correto e outro incorreto Fonte de pesquisa não presente na mesma tabela do guia de referencia
Otto;Wood (Figura 2.15)	Nome do guia Fonte de Pesquisa Uso de Exemplos	Fonte de pesquisa não presente na mesma tabela do guia de referencia Limita-se a um exemplo correto e outro incorreto
Departamento da Saúde e Serviços Humanos dos EUA.(Figura 2.16)	Nome do guia Nº do guia Descrição detalhada do guia Fonte de Pesquisa Título do tema do qual o guia pertence Uso de desenho Explicações adicionais dos desenhos Comentários do guia Indicador do grau de importância do guia	O conjunto de guias de referencia sobre o mesmo tema fica muito extenso.

Portanto, verifica-se que entre os guias de referência pesquisados, tem-se a necessidade de se buscar uma melhor maneira de apresentar soluções de referências a serem utilizadas pela equipe de desenvolvimento de produtos.

2.4.4. Projeto para o meio ambiente

Durante a última década, a terminologia do projeto do desenvolvimento do produto integrando aspectos ambientais tem sofrido algumas transformações. O termo original, “projeto verde”, tem sido substituído pelo “projeto ecológico”, “*ecodesign*”, “DfE”, “Life Cycle Design” “projeto para o meio ambiente”; e “projeto ambientalmente responsável”. A transição de projeto “verde” para projeto “eco” e para projeto “sustentável” representa a abrangência do escopo da teoria e da prática e também da extensão do aumento da perspectiva crítica sobre ecologia e projeto de desenvolvimento de produto. E ainda, constata-se que nos últimos anos, tem sido muito bem aceito no meio acadêmico e empresarial, o termo projeto sustentável (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002).

O conceito “projeto para o meio ambiente”, é a consideração sistemática do desempenho do projeto, com respeito aos objetivos ambientais, de saúde e segurança, ao longo de todo o ciclo de vida de um produto ou processo, tornando-os ecoeficientes (FIKSEL, 1996). Para o *World Business Council For Sustainable Development* (2001), o conceito de ecoeficiência é o uso mais eficiente de materiais e energia a fim de reduzir os custos econômicos e os impactos ambientais. Isto pode ser alcançado mediante o fornecimento de bens e serviços a preços competitivos que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, ao mesmo tempo em que reduz progressivamente o impacto ambiental e o consumo de recursos ao longo do ciclo de vida, a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada da Terra.

Portanto, verifica-se que este conceito de ecoeficiência sugere uma significativa ligação entre eficiência dos recursos (que leva à produtividade e lucratividade) e responsabilidade ambiental. Desta forma, destacam-se os seguintes elementos da ecoeficiência: *i)* reduzir o consumo de materiais com bens e serviços; *ii)* reduzir o consumo de energia com bens e serviços; *iii)* reduzir a dispersão de substâncias tóxicas; *iv)* intensificar a reciclagem de materiais; *v)* maximizar o uso sustentável de recursos renováveis; *vi)* prolongar a durabilidade dos produtos; *vii)* agregar valor aos bens e serviços (WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2001).

É importante salientar que o projeto para o meio ambiente proporciona uma mudança na cultura organizacional pela inovação em produtos, produção e comercialização dos mesmos, promovendo uma mudança dos níveis de consumo que são praticados atualmente para um nível de consumo sustentável, atingindo assim, um equilíbrio ambiental (PIMENTA; GOUVINHAS, 2007).

Os mesmos autores destacam que, com a prática do projeto para o meio ambiente, as empresas buscam levar ao desenvolvimento de seus produtos, alguns benefícios mais representativos, tais como: *i)* projetos otimizados quanto ao desempenho ambiental do produto, além dos outros requisitos de desempenho; *ii)* redução de custos de produção e do tempo de lançamento dos produtos em seus mercados consumidores, com consolidação do produto no mercado junto àqueles consumidores ecologicamente corretos; *iii)* redução das preocupações quanto às legislações vigentes; *iv)* redução de responsabilidades futuras: decisões tomadas durante a fase de projeto do produto, podem evitar uma onerosa responsabilidade sob o aspecto ambiental; e *v)* atender as necessidades ou exigências dos usuários pela superação da atual expectativa por preço, desempenho requerido e custo.

Portanto, Johansson e Magnusson (2002); Karlsson e Luttrupp (2006) destacam que para se ter sucesso com a integração do projeto para o meio ambiente e desenvolvimento de produto podem ser consideradas seis áreas de preocupação nas empresas, tais como:

a) *Gerenciamento*: estabelecendo metas ambientais nas equipes de projetistas, não somente a dimensão operacional do projeto para o meio ambiente deverá ser considerada, mas também, a dimensão estratégica;

b) *Relacionamento com o cliente*: verificando-se desta forma, as necessidades do consumidor consciente, considerado público alvo das empresas;

c) *Relacionamento com os fornecedores*: as empresas relacionam-se com fornecedores que tenham os mesmos interesses e argumentos ambientais;

d) *Processo de desenvolvimento*: integrando dentro do seu processo as considerações ambientais, utilizando como apoio às ferramentas do projeto para o meio ambiente entre suas equipes de projetistas;

e) *Competência das equipes de projetistas*: educação e treinamento são providos para as equipes de projetistas do desenvolvimento de produto;

f) *Motivação*: encorajar os seus projetistas a tomar algumas ações, para concretizar esta integração do projeto para o meio ambiente no desenvolvimento do produto.

Por outro lado, o desenvolvimento de produtos sustentáveis, na visão de Vezzoli e Manzini (2002), deve ser uma atividade que ligue o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, surgindo novas propostas que sejam social e culturalmente apreciáveis. Essa atividade pode ser articulada de diferentes formas, conforme a necessidade, como o reprojeto de produtos já existentes, melhorando sua eficiência ambiental, e também o projeto de novos produtos ou serviços que substituam os atuais, o que requer uma aceitação e validação por parte dos consumidores, além do projeto de um novo *mix* de produtos e serviços, oferecendo uma nova maneira, mais sustentável, de obter resultados.

2.4.4.1. Estratégias do projeto para o meio ambiente

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, sugere oito diferentes níveis de estratégias considerados na implementação dos conceitos do projeto para o meio ambiente, os quais são expostos a seguir (BREZET; VAN HEMEL, 1997):

a) Nível Base - Desenvolvimento de novo conceito

Essa estratégia vai além do produto tangível, pois com ela são desenvolvidas novas soluções para necessidades específicas. A partir da análise de qual a necessidade que um produto atende, busca-se desenvolver uma alternativa que atenda a mesma necessidade, porém com impactos ambientais menores. A tomada de decisão de aplicar esta estratégia deve ocorrer antes do processo de desenvolvimento do produto, pois pode envolver uma mudança radical nas técnicas produtivas. Assim, a empresa deve avaliar se está apta a elaborar o produto proposto.

b) Nível 1 - Seleção de materiais de baixo impacto

A utilização desta estratégia tem grande dependência da análise do ciclo de vida do produto. Materiais duráveis podem ser usados em produtos de vida longa, enquanto em produtos descartáveis não é justificada a escolha destes materiais. Outro ponto a ser considerado é como o produto será recolhido, reciclado e reutilizado.

Reforçando as técnicas do projeto para o meio ambiente, esta estratégia visa reduzir ou eliminar todos os produtos que geram emissões tóxicas, como corantes, estabilizantes, amaciantes e solventes, que muitas vezes contém em suas fórmulas metais pesado. Ou seja, devem ser escolhidos materiais não agressivos.

Um ponto de extrema importância para o projeto para o meio ambiente é a utilização de matéria-prima originada de fontes renováveis, evitando-se ao máximo todo material que não pode ser renovado naturalmente, num curto período, ou cujos recursos estão ameaçados de esgotamento. No caso da indústria moveleira um dos materiais mais importantes é a madeira. Desta forma, deve-se optar por madeira que seja originada de florestas manejadas de maneira ecologicamente adequada, socialmente justa, economicamente viável e que cumpram todas as leis vigentes. Convém salientar que o projeto de novos produtos deve ser adequado a este tipo de matéria-prima, valorizando eventuais diferenças de tonalidades e texturas.

c) Nível 2 - Redução de materiais

Neste nível o foco concentra-se no uso da menor quantidade possível de material, racionalizando a construção do produto, além de evitar dimensões e estruturas acima do realmente necessário. Busca-se também projetar produtos que tenham o menor volume possível, para que ocupem o menor espaço durante o transporte, acondicionamento, armazenamento e na própria utilização, combinado com a facilidade de montagem e desmontagem destes produtos. Aqui é importante salientar que esta redução de materiais não deve comprometer o tempo de vida útil do produto.

d) Nível 3 - Otimização das técnicas de produção

Este nível é de extrema importância quando do projeto de novas plantas produtivas, onde deve-se escolher as técnicas de produção que tenham um menor

impacto ambiental, analisando o consumo de materiais que não sejam poluentes, baixo consumo energético, otimização do uso de matéria-prima e menor geração possível de resíduos e subprodutos. Porém, quando se trata de plantas já instaladas a estratégia volta-se para a adequação das técnicas já existentes, muitas vezes utilizando os conceitos da produção mais limpa. Além disto, muitas empresas já adotam o melhoramento ambiental dos processos de produção, como um dos componentes dos sistemas de gerenciamento ambiental, principalmente as que visam à certificação pelas normas da série ISO 14000.

Durante a escolha das técnicas de produção, é necessário avaliar as que possuem um menor impacto ambiental, tanto na matéria-prima e insumos utilizados, como na geração e categorias de resíduos. Nesta avaliação também deve-se verificar o impacto ambiental em todas as etapas da produção, procurando otimizar as etapas que não estão de acordo com critérios ambientais.

e) Nível 4 - Otimização dos sistemas de transporte

Neste nível, busca-se uma otimização de todo o sistema de transporte dos produtos, assegurando que o produto seja transportado da fábrica ao distribuidor ou usuário da maneira mais eficiente possível e que cause menos impactos ao meio ambiente. Um aspecto importante a ser considerado é a utilização das embalagens, que também devem ser vistas como um produto, com um ciclo de vida próprio.

Desta forma, deve-se prever o uso racional de embalagens, fazendo a opção pelas consideradas mais limpas, ou seja, as retornáveis, as que possuem menor peso, com materiais de fácil reciclagem, e que não sejam utilizadas somente com finalidades estáticas, mas sim como proteção do produto.

f) Nível 5 - Redução do impacto no uso

Outro aspecto a ser analisado durante o projeto de um novo produto é o quanto ele consumirá de energia durante o uso e quais os insumos e matérias-primas auxiliares são necessários para que o produto atenda suas finalidades, durante todo o ciclo de vida. No caso específico dos móveis, este nível não tem a importância

destacada, pois os produtos geralmente não necessitam insumos complementares e energia para que sejam utilizados.

g) Nível 6 - Otimização do tempo de vida

O prolongamento da vida útil de um produto, ou seja, fazer com que o produto seja usado em sua função original por um período mais longo de tempo, deve também levar em conta aspecto estético, que serve como atrativo ao usuário. A durabilidade também deve ser avaliada com relação à tecnologia utilizada, pois pode ser preferível diminuir o tempo de vida de um produto que utiliza tecnologia mais poluente, substituindo por produtos que utilizam novas tecnologias menos poluentes.

Dentro deste nível, deve-se analisar se o produto pode atender a necessidade do usuário por um período de tempo maior, além de permitir uma manutenção mais fácil, o que vai ao encontro da técnica do projeto para o meio ambiente de estímulo ao aumento da durabilidade. A correta orientação do usuário quanto ao uso do produto também favorece o aumento da vida útil, pois permite que sejam tomados cuidados para manter as características ideais do produto.

h) Nível 7 - Otimização do fim da vida útil

Durante o projeto de um novo produto deve ser previsto qual o seu destino após terminar a vida útil. Uma das alternativas é a extensão do ciclo de vida do produto, com a reutilização do produto, dos seus componentes ou dos materiais, com a observação de que quanto mais o produto mantém suas características originais, mais benefícios ambientais possuem, pois necessita menos energia e gera menos resíduos nas transformações em novos produtos.

Segundo Ramos (2001), as estratégias de redução têm como objetivo a redução do consumo de recursos naturais reduzindo o consumo de matérias-primas ou o consumo de energia ao longo do ciclo de vida do produto, ou ainda, reduzindo as emissões do produto que possam ser danosas para o meio ambiente. O objetivo das estratégias da extensão da vida útil é prolongar o tempo de utilização do produto ou dos materiais nele incorporados. Para alcançar esse objetivo podem ser usadas – no projeto do produto– estratégias para o aumento da durabilidade, para facilitar a reutilização do produto, para a remanufatura, ou ainda, para a reciclagem dos materiais que compõem o produto (ver **Tabela 2.4**).

As estratégias para o projeto do meio ambiente oferecem orientação quanto a medidas de ação a serem tomadas durante a implementação prática do projeto para o meio ambiente. É por meio 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 projeto para o meio ambiente.

Tabela 2.4 Estratégias de redução de impactos / extensão da vida dos produtos

Estratégias de Redução:	Exemplos:
Redução do uso de recursos naturais	<ul style="list-style-type: none"> • Simplificação da forma • Agrupar funções • Evitar superdimensionamentos • Diminuir volume • Diminuir peso • Diminuir uso de água • Usar materiais abundantes
Redução do uso de energia	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir energia na fabricação • Reduzir energia na utilização do produto • Reduzir a energia no transporte • Usar fontes de energia alternativas
Redução de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • Usar materiais reciclados, • Usar materiais vindos de fontes abundantes • Evitar material que produza emissões tóxicas
Estratégias - extensão da vida útil	Exemplos:
Aumentar a durabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar manutenção • Facilitar substituição de peças • Incentivar mudanças culturais (p. ex.: descartável x durável)
Projetar para o reuso	<ul style="list-style-type: none"> • Na mesma função • Em outras funções
Projetar para a remanufatura	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar desmontagem • Prever atualizações tecnológicas • Projetar intercâmbio das peças
Projetar para a reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar desmontagem • Identificar diferentes materiais • Agregar valor estético aos materiais reciclados
Planejar final da vida útil dos materiais/produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar materiais biodegradáveis em produtos de vida útil breve, • Utilizar materiais que possam ser incinerados para a geração de energia sem que produzam emissões tóxicas.

Fonte: (RAMOS, 2001)

Geralmente, as estratégias de projeto para meio ambiente colocadas por diferentes autores estão intimamente relacionadas com o ciclo de vida do produto, processo ou serviço a ser projetado. As abordagens apresentadas têm bastante similaridade, mas todas elas buscam minimizar o impacto ambiental no produto, processo ou serviço.

2.4.4.2. Tipos de ferramentas para projeto para o meio ambiente

A importância da integração entre a dimensão ambiental e o desenvolvimento do produto, fica cada vez mais acentuada no meio acadêmico e industrial. Em diferentes processos são utilizadas as ferramentas do projeto para o meio ambiente, as quais conduzem a uma boa prática para realizar *checklists* dos questionamentos dos aspectos ambientais (o quê fazer?) nas equipes de projetistas do desenvolvimento de produto das empresas. Portanto, estas ferramentas são importantes para implementar os guias de referência, normas e padronizações nas mesmas (JOHANSSON; MAGNUSSON, 2002; FIKSEL, 1996; WAAGE, 2007; CHAKRABARTI; MORGENSTERN; KNAAB, 2004).

Percebendo-se a importância da utilização de ferramentas para auxiliar no trabalho dos projetistas na integração dos aspectos ambientais com o desenvolvimento do produto, serão apresentados a seguir alguns tipos de ferramentas existentes, considerando estes aspectos.

Segundo Baumann, Boons e Bragd (2002), as ferramentas utilizadas pelos projetistas, considerando aspectos ambientais no desenvolvimento do produto, são classificadas em três categorias:

a) As ferramentas podem ser analíticas. Estes tipos de ferramentas contêm idéias gerais, as quais deverão considerar os aspectos ambientais dentro do desenvolvimento do produto. Estas ferramentas são conhecidas, tal como: projeto para o meio ambiente, projeto para reciclagem, entre outras;

b) As ferramentas podem ser de natureza qualitativa, como *checklists* e guias de referência. Os *checklists* são utilizados para verificar se todos os requisitos estão atendidos ou não. Segundo Filho Guelere; Rozenfeld *et al.*(2006), o *checklist* ajuda a identificar os principais problemas ambientais ao longo do ciclo de vida do produto.

Por outro lado, os guias de referência oferecem normas genéricas que são facilmente adaptadas para qualquer empresa;

c) As ferramentas podem ser de natureza quantitativa (ferramentas de avaliação) que tipicamente provêm de uma escala pré-específica para avaliação do material ou processo, por exemplo, de 0–7 (baixo a máximo impacto). Pesquisadores destacam alguns exemplos de ferramentas de avaliação como a técnica referencial na avaliação ambiental, que é Avaliação do Ciclo de Vida – ACV (LCA, sigla em inglês); ERPA – Matriz de avaliação do produto ambientalmente responsável; MECO, esta ferramenta executa uma estimativa do impacto ambiental para cada estágio do ciclo de vida; MET-MATRIX: o principal objetivo desta ferramenta é encontrar os problemas ambientais mais importantes durante o ciclo de vida do produto (FILHO GUELERE; ROZENFELD, 2006).

Ainda os autores, Lê Pochat, Bertoluci e Froelich (2007) destacam que as ferramentas utilizadas no inter-relacionamento citado no item 2.4, podem ser classificadas de acordo suas funções e características. Desta forma, são considerados quatro tipos: *i)* ferramentas para avaliação; *ii)* ferramentas para melhorias; *iii)* ferramentas para tomada de decisão; e *iv)* ferramentas para comunicação. Os autores assinalam na **Figura 2.17**, onde e qual o tipo de ferramenta que pode ser utilizada nas abordagens atuais do desenvolvimento do produto.

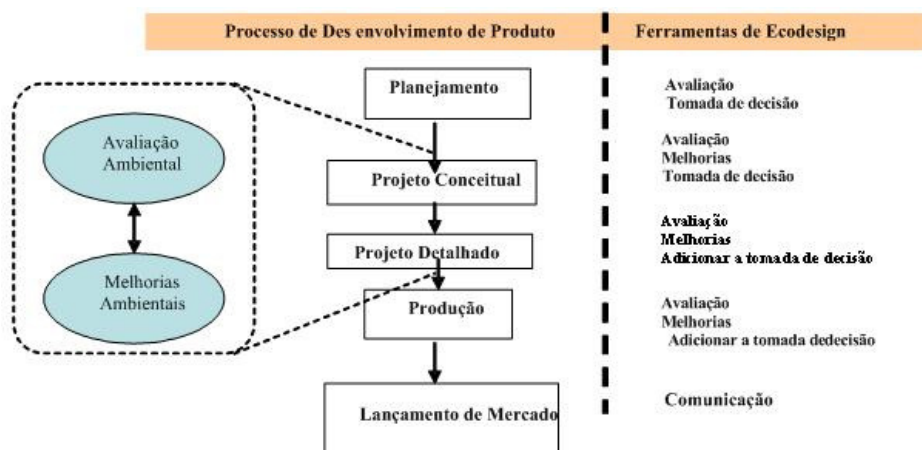


Figura 2.17– Processo de desenvolvimento de produto e ferramentas para o projeto para o meio Ambiente

Fonte: (LÊ POCHAT; BERTOLUCI; FROELICH, 2007)

Ainda, os mesmos autores ressaltam que um projeto para o meio ambiente é baseado primeiramente na avaliação ambiental do produto e em segundo lugar, no projeto ambiental deste mesmo produto. Assim, os dois tipos de ferramentas provam serem essenciais: ferramentas para produzir a avaliação ambiental e ferramentas para guiar as melhorias ambientais.

Entretanto, Johansson (2002) destaca que o projeto para o meio ambiente no desenvolvimento do produto tem sempre sido direcionado para estudos empíricos em diferentes setores da indústria e das diferentes discussões empíricas. Um dos principais aspectos já apresentados é a tentativa da redução do impacto ambiental dos produtos. Porém, estas considerações ambientais devem ser direcionadas para argumentos de negócios, i.e. as considerações ambientais necessitam ter um balanço também dos aspectos comerciais. Portanto, não somente a dimensão operacional do projeto para o meio ambiente deve ser considerada, mas também sua dimensão estratégica.

Uma das ferramentas que visa essa dimensão estratégica do projeto para o meio ambiente é a Produção Limpa. Em 1989, a UNEP – *United Nations Environmental Program*, lançou a definição de Produção Limpa, a qual é a continuação da aplicação de uma integração preventiva da estratégia ambiental aos processos, produtos e serviços, para incrementar a eficiência e redução dos riscos para o ser humano e ao meio ambiente. A Produção Limpa é considerada a nível mundial como uma das ferramentas do desenvolvimento sustentável (HEYMEYER; OLIVEIRA, 2006; WAAGE, 2007).

Percebeu-se neste levantamento bibliográfico que muitas ferramentas estão sendo elaboradas pelos pesquisadores com o intuito de interligar as variáveis ambientais dentro das abordagens do desenvolvimento do produto. Porém, existem algumas dificuldades e barreiras neste inter-relacionamento, as quais serão abordadas nas seções subseqüentes deste capítulo.

2.5. BARREIRAS E DIFICULDADES ENTRE A DIMENSÃO AMBIENTAL E O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Vários autores na literatura destacam que o inter-relacionamento entre a dimensão ambiental e desenvolvimento do produto enfrenta algumas barreiras e/ou dificuldades nas próprias empresas e entre os próprios projetistas do desenvolvimento do produto, tais como (WAAGE, 2007; KAWAMOTO, SANTOS, JABBOUR, 2006):

a) Comportamento e atitudes dos próprios funcionários e às vezes, até dos próprios diretores ou gerentes das empresas, o que atrapalha o bom andamento dos trabalhos desta integração. Isto se deve a falta de conhecimento do assunto e assim, ocasiona uma resistência no âmbito interno da empresa;

b) Carência de planejamento estratégico da empresa. Muitas vezes, as empresas não prevêm esta interligação entre as duas áreas no seu planejamento estratégico e por conseqüência, dificulta todo o processo da produção de um produto ambientalmente correto;

c) Carência de profissionais. Falta de projetistas que trabalhem com as duas áreas integradas nas empresas. Porém, existem os consultores capacitados que trabalham com este assunto, mas são minorias. Conseqüentemente seus honorários são elevados para as empresas. Destaca-se que principalmente as pequenas e médias empresas não têm capacidade e nem infra-estrutura de assumir este custo no seu orçamento para obter produtos ambientalmente corretos;

d) Destaca-se o tempo que leva os diferentes departamentos para o entendimento e a implementação da integração destas duas áreas, dentro da empresa dificultando o trabalho dos projetistas do desenvolvimento de produto. Muitas vezes, os próprios projetistas, devido à carência de informações sobre as variáveis ambientais necessárias para que o produto seja considerado ambientalmente correto, não conseguem a identificação das variáveis ambientais e não conseguem atingir os requisitos do consumidor consciente.

2.6. CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE INVESTIGAÇÃO

Na revisão bibliográfica foram detectadas algumas lacunas no tema de investigação, como:

a) Destaca-se a falta de conhecimento pelos projetistas e empresas, como e em que momento as questões ambientais deve ser consideradas durante o processo de desenvolvimento do produto;

b) Constatou-se que quanto mais cedo implementar os novos requisitos ambientais nas fases iniciais do projeto de desenvolvimento do produto, menos custos serão atribuídos no produto final do projeto;

c) Existem poucas iniciativas de ferramentas que consideram aspectos ambientais na geração de soluções no projeto conceitual do desenvolvimento do produto. Porém, na literatura destacam-se algumas ações sobre procedimentos/recursos (e.g. MCT, INMETRO, Projeto Inventário) para alocar parâmetros ambientais na etapa de desenvolvimento do produto brasileiro enquanto à análise do ciclo de vida. Mas ferramentas utilizadas pelos projetistas brasileiros são baseadas em banco de dados de países europeus (SimaPro LCA software (PRE-CONSULTANS (2008), entre outros) e não brasileiros, o que dificulta, o trabalho das equipes de projetistas nas etapas de desenvolvimento do produto que consideram aspectos ambientais;

d) Nas tentativas de conduzir um projeto que consideram aspectos ambientais, muitas vezes, foca-se um único aspecto ambiental, o que nem sempre leva a um melhor desempenho na relação do produto com o meio ambiente. Por exemplo: a reciclagem diminui o problema do lixo sólido, mas, se na limpeza que precede a reciclagem forem utilizadas substâncias tóxicas, o ganho ambiental da reciclagem pode ser nulo ou até mesmo negativo.

No próximo capítulo apresenta-se o modelo e a ferramenta ECO-GR produtos oriundos desta investigação.

3. MODELO E FERRAMENTA ECO-GR: CARACTERÍSTICAS

Neste capítulo apresenta-se o modelo e a ferramenta ECO-GR², o qual será dividido em sete seções: *i*) fundamentos para elaboração do modelo, nos quais tem-se a caracterização das variáveis envolvidas e a estrutura do mesmo; *ii*) ferramenta ECO-GR, na categoria Geral, onde apresenta-se suas características; *iii*) ECO-GR na categoria Material; *iv*) ECO-GR na categoria Processo; *v*) procedimento de uso da ferramenta ECO-GR, descrevendo-se o funcionamento; *vi*) aplicação experimental preliminar da ferramenta ECO-GR em produtos reconhecidos por pesquisadores internacionais como ecologicamente corretos. Em seguida, há aplicação num projeto conceitual do desenvolvimento de um produto, em condições controladas; e, *vii*) uma análise crítica das propostas apresentadas.

Cabe ressaltar que o modelo proposto caracteriza a estrutura da ferramenta proposta desta investigação. Por outro lado, “Ferramenta ECO-GR” são as informações mapeadas no modelo proposto.

3.1. FUNDAMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DO MODELO DA FERRAMENTA PROPOSTA

A partir dos fundamentos descritos no Capítulo 2, sobre o inter-relacionamento entre a dimensão ambiental e o desenvolvimento do produto tem-se destacado as estratégias do projeto para o meio ambiente e dos princípios do projeto para montagem e projeto para manufatura no desenvolvimento do produto. Ressalta-se que no projeto para o meio ambiente são adicionadas novas atividades ao processo do projeto de desenvolvimento de produto sem alterar, em princípio, a estrutura do mesmo. Essas atividades envolvem a busca de novos tipos de informação (e.g.: impacto ambiental dos diferentes materiais, produtos e processos) e a tomada de novos tipos de decisão (e.g.: optar entre: atender requisitos ambientais ou outros requisitos do projeto, escolher estratégias adequadas para redução dos impactos ambientais do produto, criar conceitos de produtos de baixo impacto ambiental). Por isto, considerou-se no modelo e na ferramenta ECO-GR as estratégias de Projeto

² ECO-GR: **ECO** da palavra **Ecologia** e **GR**, das palavras **Guia** de **Referência**.

para o Meio Ambiente, como sendo uma das diretrizes de desenvolvimento das propostas (ver seção 2.4.4.1).

Porém, existem muitas ferramentas (e.g. ERPA-Matriz de avaliação do produto ambientalmente responsável) para identificar rapidamente os principais impactos ambientais de um produto, o que é muito útil durante a geração ou seleção de alternativas. Mas, estas ferramentas quantificam e não informam “o como fazer” para minimizar este impacto ao meio ambiente no desenvolvimento do produto. Por isto, no modelo e ferramenta ECO-GR buscou-se facilitar ao usuário (projetista, leigos, entre outros) acesso a maior quantidade de informação possível, numa mesma ferramenta, considerando quesitos ambientais. Desta forma, espera-se auxiliar a equipe de projetistas na formalização das alternativas que irão realizar nas etapas do projeto conceitual do desenvolvimento de um produto que considera aspectos ambientais. Vale lembrar que esta etapa é a mais vulnerável, pois é nela que é feita a concepção aproximada de como o produto satisfará as necessidades dos seus clientes (consumidores conscientes ambientalmente corretos).

Paralelamente, deve-se destacar a importância do usuário conhecer em quais das atividades do projeto conceitual do desenvolvimento de produto pode-se aplicar o modelo da ferramenta proposta. Assim, das informações do projeto informacional, etapa preliminar ao conceitual, tem-se os requisitos do cliente do produto. Um desses requisitos é que o produto seja ambientalmente correto, ou seja, que tenha menor impacto ambiental, entre outros. Sendo assim, antes de se examinar o projeto conceitual, percebe-se a necessidade de um nivelamento no conceito de “concepção do produto”, devido aos diferentes níveis de usuários do modelo proposto.

Portanto, como concepção do produto entende-se:

A descrição aproximada das tecnologias, princípios de funcionamento e formas de um produto, geralmente é expressa por meio de um esquema ou modelo tridimensional, que, freqüentemente, pode ser acompanhado por uma explicação textual. (ROZENFELD, et al.; 2006).

No início do projeto conceitual, de acordo com o Modelo de Referência adotado nesta investigação, o produto é modelado funcionalmente e descrito de uma forma abstrata, independentemente de princípios físicos. Esta abstração é feita, definindo-se o produto em termos de suas funções. Para isto, inicialmente define-se a função

global do produto que, em seguida, é desdobrada em várias estruturas de funções do produto até que uma seja selecionada. Após conduzir uma análise desse desdobramento de soluções do produto, a proposta do modelo da ferramenta ECO-GR pode ser empregada pelos projetistas (ver **Figura 3.1**).

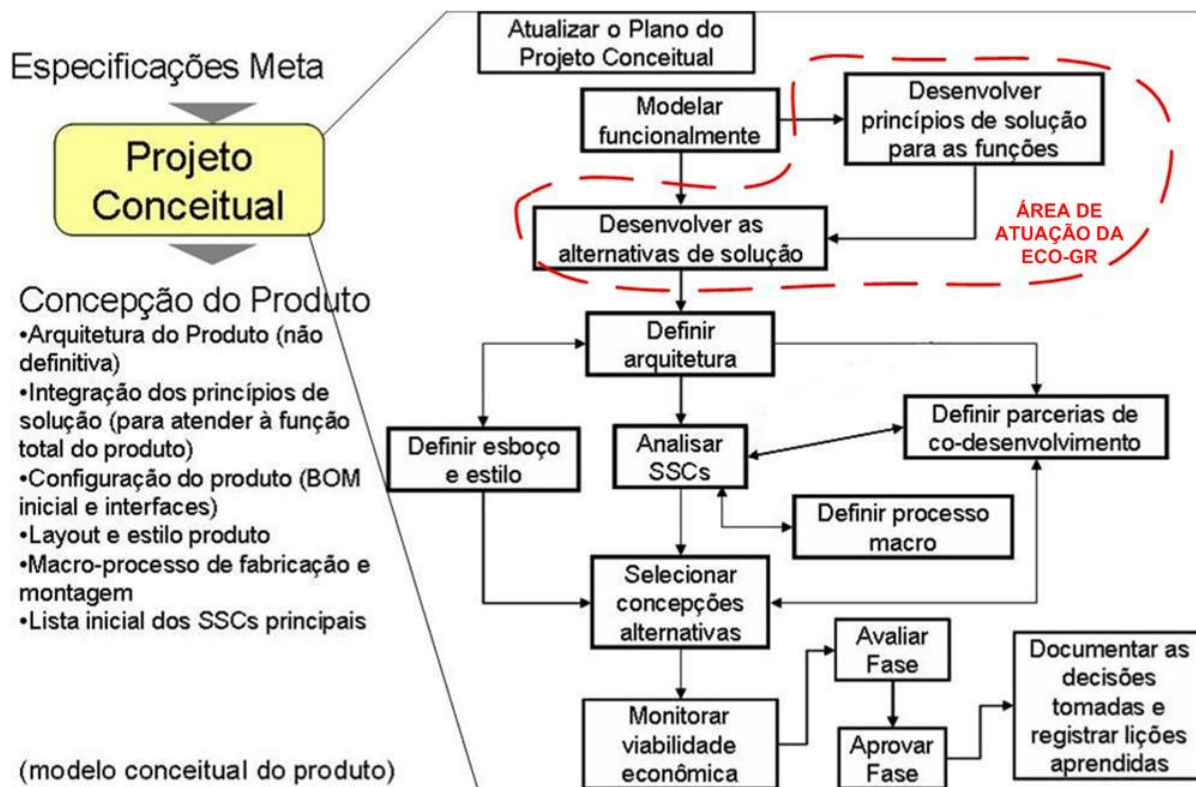


Figura 3.1 – Utilização da ferramenta ECO-GR no projeto conceitual do modelo de referência do desenvolvimento do produto

Fonte: (Adaptado de ROZENFELD *et al.*, 2006)

Outro fundamento descrito no Capítulo 2 é a identificação do setor moveleiro, o qual é um dos que utiliza uma grande quantidade de recursos naturais. Destaca-se que a maior parte dos impactos ambientais vem da produção ou da extração de matérias-primas podendo apresentar ainda maiores ou menores impactos no seu descarte, devido ao material e/ou processo a ser utilizado ou reutilizado. Percebe-se que as principais fontes de estudo atualmente sobre impactos ao meio ambiente no setor, estão ao redor das estratégias do projeto para o meio ambiente, princípios do projeto para montagem, princípios para manufatura, matéria-prima e processos empregados em produtos existentes. Com isto, pode-se estruturar uma análise

reversa em produtos existentes, que permite definir os elementos que devem integrar o modelo proposto.

O modelo proposto foi desenvolvido por meio da análise reversa, derivada de algumas diretrizes como: *i)* partir da procura de produtos já existentes, que consideram aspectos ambientais, citados por pesquisadores reconhecidos internacionalmente; *ii)* verificar as recomendações por empresa e/ou pesquisadores destes produtos e dos seus processos do setor de estudo, por meio de pesquisas de assuntos relacionados; e, *iii)* envolver dados da funcionalidade e forma do produto existente, incluindo a completa desmontagem, da análise do projeto para manufatura, da análise funcional completa. Assim, o modelo subdividiu-se em três categorias:

a) Geral, intitulada “ECO-GR-Geral”, no qual apresenta um conjunto de guias de referência, a partir de determinados níveis das estratégias do projeto para o meio ambiente e dos princípios do projeto para a montagem;

b) Material, intitulada “ECO-GR-Material”. Essa categoria incorpora aspectos referentes às matérias-primas consideradas ambientalmente corretas mais utilizadas no setor moveleiro. Esta categoria foi dividida em dois tópicos: *i)* madeira (madeira sólida e painéis de madeira reconstituída); e *ii)* diversos (metálicos, não metálicos e materiais para acabamento);

c) Processo, intitulada “ECO-GR-Processo”, apresenta um conjunto de guias de referência das operações que são críticas, considerando os índices de impactos ambientais (maior geração de resíduos) no processo do setor moveleiro: *i)* usinagem (corte e furação); *ii)* acabamento (revestimento e pintura); e *iii)* montagem e desmontagem.

Portanto, com as informações coletadas da revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 2 elaborou-se um fluxograma com o intuito de ter uma melhor visualização do leiaute do modelo (ver **Figura 3.2**). Destaca-se que a elaboração do fluxograma partiu de uma necessidade de mapeamento dos conteúdos a serem desenvolvidos na ferramenta proposta. E isto, foi possível a partir da visualização da cadeia produtiva do setor de madeira processada mecanicamente (ver seção 2.2.1).

O APÊNDICE D contém o fluxograma expandido, onde os detalhes podem ser melhor analisados.

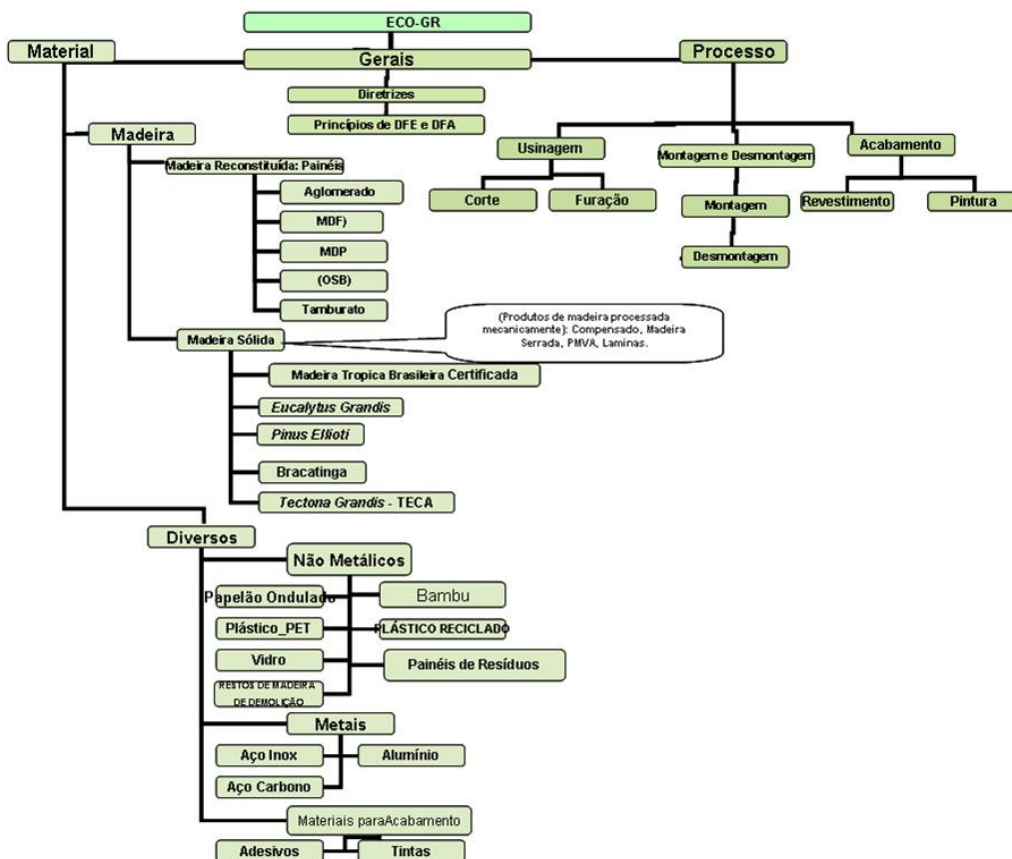


Figura 3.2 – Fluxograma resumido do modelo

Sendo assim, no conteúdo do modelo proposto contém recomendações de pesquisadores e empresas relacionadas ao setor moveleiro e que trabalham nessa linha de pensamento de produção de produtos ambientalmente corretos. Salienta-se que este modelo e ferramenta abordam alguns aspectos do ciclo de vida do produto, como: matéria prima e manufatura.

3.1.1. Caracterização das variáveis envolvidas no modelo

Na Figura 3.3 observa-se, de forma resumida, as premissas importantes que foram ponderadas para o desenvolvimento do modelo.

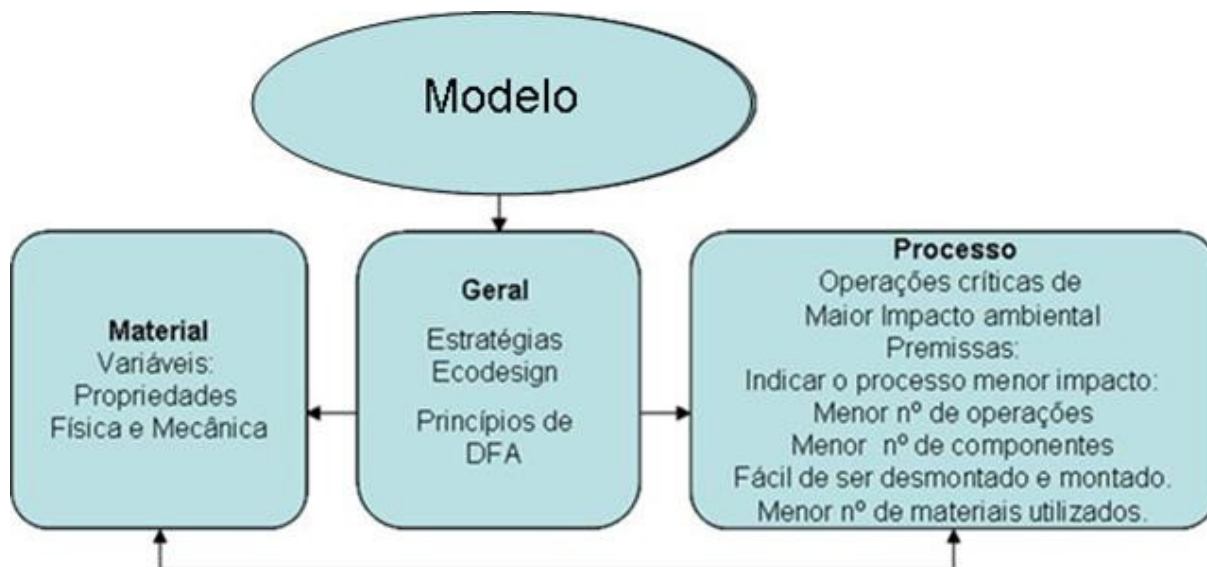


Figura 3.3 - Fundamentação teórica do modelo.

Por outro lado, após o levantamento bibliográfico dos diferentes tipos de guias de referência em diferentes áreas, observaram-se alguns pontos relevantes para elaboração do modelo. São eles:

a) Forma. Optou-se por uma matriz para organizar os dados, que pode ser implementada em planilha eletrônica que, usualmente, é de fácil e simples acesso pelos integrantes da equipe (projetistas e pessoas envolvidas no setor moveleiro);

b) Funcionalidade. O modelo proposto deve ser adaptável para permitir a introdução de novas informações;

c) Conteúdo. Buscando a união das informações numa forma prática e acessível para o usuário da ferramenta, optou-se pela junção dos campos dos guias de referência citados anteriormente (ver seção 2.4.3) e adicionaram-se outros campos, para um melhor entendimento do modelo proposto.

3.1.2. Estrutura do modelo

Na estrutura do modelo foi elaborado um sistema de uma matriz de oito colunas e n linhas, considerando-se os seguintes campos (ver **Figura 3.4**):

Campo 1 - Título da Categoria							
Campo 2 - Tópico							
Campo 3 Classificação do tópico	Campo 4 Nº Guia	Campo 5 Atributo	Campo 6 Recomendação	Campo 7 Justificativa	Campo 8 Descrição	Campo 9 Exemplo Aplicação	Campo-10 Fonte

Figura 3.4 - Estrutura do modelo

Portanto, para melhor compreensão dos campos da estrutura citada acima, mostra-se a seguir uma descrição e após, um exemplo de um guia de referência (ver **Figura 3.5**). O APÊNDICE C contém este, junto com os outros guias de referência da categoria Processo do modelo proposto.

Campo 01. É o título da categoria, citada anteriormente, do modelo proposto;

Campo 02. É o tópico da categoria, são os processos/materiais relevantes no setor estudado;

Campo 03. Classificação do tópico da categoria é a subdivisão dos processos/materiais propostos;

Campo 04. Número de identificação do guia de referência da categoria do modelo proposto. O número do guia de referência será de dois dígitos alfanuméricos, sendo que um deles é G (Geral), M (Material) ou P (Processo), dependendo da categoria do modelo proposto, e o outro dígito é um número seqüencial da categoria;

Campo 05. Atributo, que é a classificação do campo 03 da estrutura do modelo proposto;

Campo 06. Recomendação e a própria recomendação pesquisada;

Campo 07. Justificativa, onde se explica o porquê do guia de referência da respectiva categoria do modelo proposto, seja por meio de uma explicação de texto ou tabelas;

Campo 08. Descrição, onde estão os maiores detalhes sobre o guia em questão;

Campo 09. Exemplo/Aplicação. Neste campo, apresenta-se um exemplo ou uma aplicação de como utilizar o guia de referência apresentado;

Campo 10. Fonte pesquisada, que dá suporte ao guia de referência da categoria do modelo proposto.


PROCESSO							
USINAGEM							
Furação	Nº Guia	Atributo	Recomendação	Justificativa	Descrição	Exemplo / Aplicação	Fonte
	P19	Técnicas de Furação	Evitar vibração da peça durante o processo de furação manual ou automática para não ter erro na furação. ¹⁸	Assim, evitamos perda de material. ¹⁸	N / A		¹⁸ ForMóbile(2008a)

Figura 3.5– Exemplo de um guia de referência

3.2. FERRAMENTA ECO-GR-Geral

A ECO-GR-Geral é o conjunto dos guias de referência com fundamentação e estruturação derivada das estratégias de projeto para o meio ambiente e de alguns princípios postulados por pesquisadores que investigam o projeto para a montagem.

A **Figura 3.6** apresenta o leiaute completo da ferramenta ECO-GR-Geral como resultado do levantamento conduzido nesta investigação. Para uma consulta detalhada da ECO-GR-Geral, verificar o Apêndice A.

sistemas e elementos de união iguais aos materiais dos componentes que devam ser unidos, ou compatíveis com eles; e, *vi*) usar sistemas modulados.

Macedo (2006) mostra um exemplo de uma cadeira de bambu que segue as estratégias do projeto para o meio ambiente no nível 1, seleção de materiais de baixo impacto e do nível 2, redução dos materiais. Portanto, neste produto, levou-se em conta, na seleção do material, a utilização de uma matéria-prima renovável como é considerado o bambu. E ainda foi utilizado um único material, isto é, consolidou-se o uso da menor quantidade possível do material.

É importante destacar que os demais níveis das estratégias do projeto para o meio ambiente e os outros princípios para projeto para montagem, mencionados na revisão da literatura, foram utilizados no levantamento dos guias das outras categorias da ferramenta ECO-GR, ou seja, Material e Processo. Além disso, os princípios para projeto para manufatura foram considerados especificamente na categoria Processo da ferramenta proposta.

3.3. FERRAMENTA ECO-GR-Material

A ECO-GR-Material é um conjunto de guias de referência desenvolvido com base nos dois níveis das estratégias de projeto para o meio ambiente: o sexto nível, otimização do tempo de vida e o sétimo nível, otimização do fim de vida útil. Também considera características físicas e mecânicas de alguns materiais importantes no setor moveleiro, conforme citado anteriormente.

Cabe ressaltar a importância das estratégias para melhorar a performance ambiental de produtos a partir da seleção dos materiais que serão utilizados no produto, pois deve-se levar em conta os impactos ambientais, da extração das matérias-primas sempre que esses impactos forem significativos. Materiais vindos de fontes não renováveis, em processo de esgotamento ou que apresentam grandes impactos ambientais na fase de extração devem ser candidatos à substituição.

Além disto, a identificação das fontes utilizadas pelos fornecedores também é importante, para viabilizar que o produto com a utilização desta matéria-prima considerada ambientalmente correta. Embora, muitas vezes, a madeira seja identificada como uma matéria-prima renovável, essa renovação nem sempre

acontece de fato. A madeira pode ser proveniente de áreas de reflorestamento ou de manejo sustentado, mas muitas vezes ela provém de áreas que são desmatadas sem nenhum critério. Para evitar isto, é importante ter conhecimento das condições dos fornecedores da matéria-prima.

Por sua vez, salienta-se que o uso de materiais duráveis em produtos de curta duração contribui para aumentar o problema do lixo, pois materiais duráveis levam mais tempo para degradar. Assim, os projetistas devem evitar a escolha de materiais duráveis para atender funções temporárias, a menos que esses materiais possam ser reaproveitados.

Portanto, na ECO-GR-Material, desenvolveu-se um conjunto de 23 guias de referência sobre materiais mais utilizados e possíveis tendências para os próximos anos no setor moveleiro. A **Figura 3.7**, apresenta o leiaute parcial desta categoria da ferramenta ECO-GR-Material.

















MATERIAL							
Madeira							
ID	CLASSE	REFERÊNCIA	JUSTIFICATIVA	RECURSOS	EXEMPLO DE APLICAÇÃO	FUNÇÃO	
1000	Madeira Sólida	Placamento de madeira laminada colada (M.L.C.)	Material madeirado, laminado em quente e resina. Tratamento térmico (Esterilização) em autoclave. Não resina.	 <p>Material madeirado colado em quente, com resina epoxídica aplicada sob vácuo e a temperatura de 120°C.</p>	 <p>Nome científico: <i>Curatella guianensis</i> Aubl. Família: Melastomataceae Espécies: <i>Curatella guianensis</i>, <i>Curatella guianensis</i>, <i>Curatella guianensis</i></p> <p>Descrição: madeira de densidade média, com densidade a 12% de umidade de 580 kg/m³ e módulo de elasticidade de 10200 kg/cm². Tratamento térmico em autoclave para obtenção de 12% de água e de 12% de resina. Não resina. Possui boa resistência para ser usado em interiores. Não é resistente a insetos, nem a fungos. Não é resistente a manchas e não é resistente a manchas de água.</p> <p>Nome científico: <i>Curatella guianensis</i> Aubl. Família: Melastomataceae Espécies: <i>Curatella guianensis</i>, <i>Curatella guianensis</i>, <i>Curatella guianensis</i></p> <p>Descrição: madeira leve, com densidade a 12% de umidade de 480 kg/m³ e módulo de elasticidade de 11200 kg/cm². Não resina. Possui boa resistência para ser usado em interiores e exteriores. Não é resistente a insetos, nem a fungos. Não é resistente a manchas e não é resistente a manchas de água.</p>	<p>Exemplo de aplicação:</p> 	<p>Exemplo de aplicação:</p> 
				<p>Exemplo de aplicação:</p> 	<p>Exemplo de aplicação:</p> 	<p>Exemplo de aplicação:</p> 	
				<p>Exemplo de aplicação:</p> 	<p>Exemplo de aplicação:</p> 	<p>Exemplo de aplicação:</p> 	
				<p>Exemplo de aplicação:</p> 	<p>Exemplo de aplicação:</p> 	<p>Exemplo de aplicação:</p> 	
				<p>Exemplo de aplicação:</p> 	<p>Exemplo de aplicação:</p> 	<p>Exemplo de aplicação:</p> 	

Figura 3.7 – ECO-GR – Material – Leiaute parcial

A categoria Material da ferramenta ECO-GR contém dois tópicos: Madeira e Diversos. Para uma consulta detalhada do conjunto dos guias de referência desta categoria, observar o APÊNDICE B desta investigação.

3.3.1. Tópico: Madeira

Com base na revisão bibliográfica, mencionada no capítulo 2 desta investigação foi identificada, que no setor moveleiro, a matéria-prima básica e

tradicional é a madeira. Foi observada também a importância de outras madeiras de menor impacto, tal como a madeira tropical reflorestada e a madeira reconstituída. Portanto, na ferramenta ECO-GR-Material, o tópico Madeira se subdivide em: *i)* madeira sólida; e *ii)* painéis de madeira reconstituída. Para a subdivisão Madeira sólida, tem-se madeira tropical brasileira certificada, e madeiras reflorestadas, como: *Eucalyptus Grandis*, *Pinus ellioti*, *Tectona grandis* e Bracatinga. Por sua vez, em Painéis de Madeira reconstituída, tem-se Aglomerado, *Medium Density Fiberboard-MDF*, *Medium Density Particleboard-MDP* e *Oriented Strand Board -OSB*.

Salienta-se que na elaboração da ECO-GR-Material, foram selecionados estes tipos de madeiras fundamentando-se nos estudos setoriais do setor moveleiro para o ano base 2006, apresentando as tendências e as principais espécies florestais destinadas à indústria de madeira processada mecanicamente para os próximos anos na indústria moveleira. As propriedades físicas, mecânicas e de trabalhabilidade deste tipo de material também colaboram com a diminuição do impacto ambiental e a degradação das florestas.

No desenvolvimento do conjunto de guias de referência da ECO-GR-Material no tópico Madeira, obteve-se um total de dez guias, divididos em cinco guias para madeira sólida e cinco guias de referência para Painéis de madeira reconstituída.

3.3.2. Tópico: Diversos

Salienta-se que no tópico “Diversos” da ECO-GR-Material consideram-se os seguintes materiais: *i)* metálicos; *ii)* não-metálicos; e *iii)* materiais para acabamento. Neste tópico foram desenvolvidos um total de 13 guias de referência, classificados em:

- a) Materiais metálicos. Elaboraram-se três guias de referência, os quais são dos metais mais importantes no setor estudado. São eles: aço inox, aço carbono e alumínio;
- b) Materiais não-metálicos. Foram desenvolvidos seis guias de referência, que envolvem diferentes materiais que não sejam metálicos e enquadrados como reaproveitáveis e/ou reutilizáveis. Estes são: restos de madeira de demolição, painéis novos, papel ondulado, bambu, plástico, vidro;

- c) Materiais para acabamento. Foram elaborados quatro guias de referência, nos quais estão a tinta em pó e os adesivos considerados ecologicamente corretos utilizados no setor moveleiro.

3.4. FERRAMENTA ECO-GR-Processo

É um conjunto de guias de referência, com embasamento teórico citado no capítulo 2, referente às estratégias de projeto para o meio ambiente, princípios para projeto para montagem e projeto para manufatura. Salienta-se que as variáveis que foram levadas em consideração na elaboração da ECO-GR-Processo envolvem: *i)* indicar o processo de menor impacto; *ii)* menor número de operações; *iii)* menor número de componentes; *iv)* facilidade de ser desmontado e montado; *v)* menor número de materiais utilizados. Todas estas premissas estão relacionadas com as três categorias da ferramenta EGO-GR.

Ressalta-se que os impactos ambientais são determinados pelas entradas e saídas durante o ciclo de vida do produto, no qual se pode obter uma série de efeitos ambientais quantificáveis, tais como: *i)* entrada: matérias-primas ou energia; *ii)* saídas: emissões totais dos gases, lançamento total dos efluentes, consumo total de energia, geração total de resíduos e contaminação total do solo, e outras liberações como ruído, vibrações, calor, entre outros. Com isto, segundo Lima e Makishi (2004) destacam os principais processos inerentes à fabricação de móveis estão detalhados com a apresentação de suas entradas e saídas. Assim, foram identificadas as operações críticas do processo da indústria moveleira que impactam mais ao meio ambiente.

Portanto, os principais processos responsáveis pela geração dos resíduos em análise são: *i)* o corte e *ii)* a usinagem. Em geral, o volume de sobras gerado no corte é bem superior ao gerado na usinagem, pois nesta são retirados apenas materiais excedentes da peça que não podem ser retirados no corte. Em relação à produção de pó, o processo de usinagem é o principal gerador, acompanhado do lixamento, seguido, em menor escala, pelo corte (ver **Figura 3.8**).

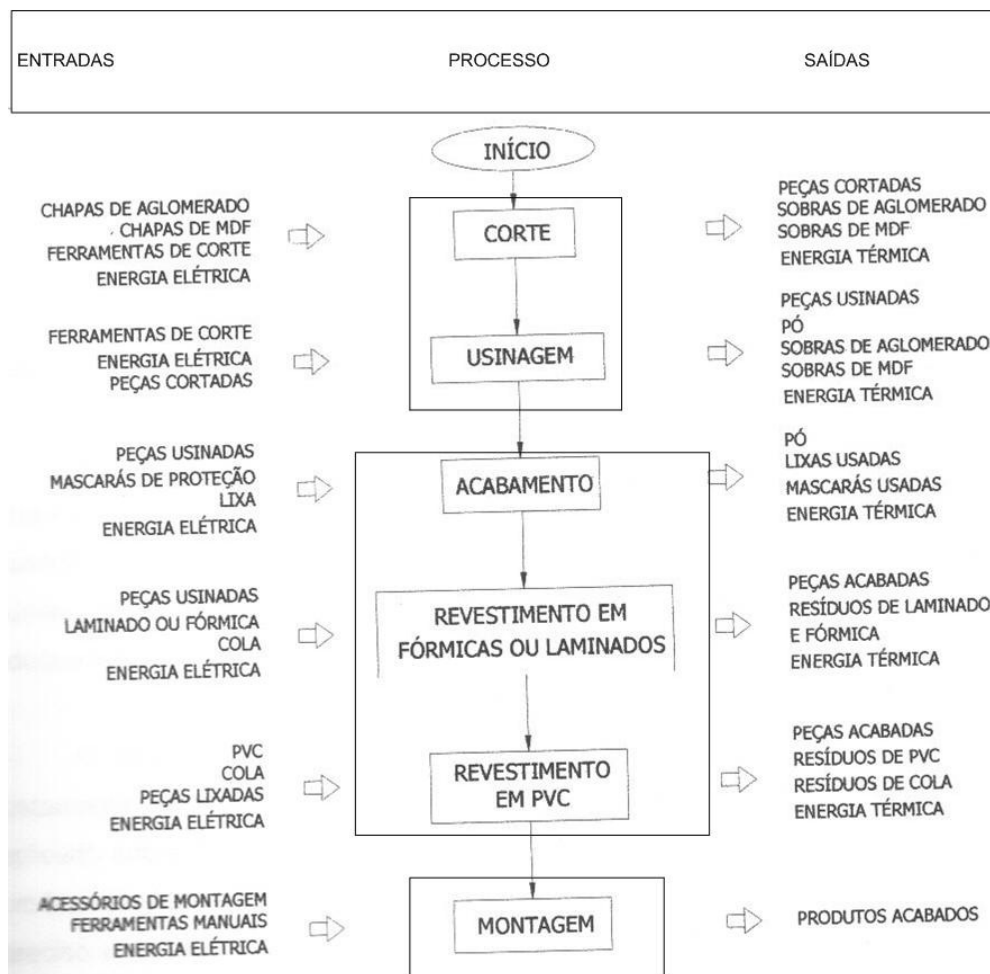


Figura 3.8 – Mapeamento dos processos no setor moveleiro
 Fonte: (Adaptado de LIMA; MAKISHI, 2004)

Portanto, a categoria “Processo” da ferramenta ECO-GR, foi dividida em três tópicos: *i*) usinagem (corte e furação); *ii*) acabamento (revestimento e pintura), e por último, *iii*) montagem e desmontagem (ver **Figura 3.9**).

O APÊNDICE C apresenta o ECO-GR-Processo na íntegra, contendo os 34 guias de referência resultantes das interligações já citadas anteriormente. Dentro deste total, os guias de referência foram divididos nos seus respectivos tópicos da categoria Processo da ferramenta ECO-GR, os quais serão apresentados nas seções seguintes.

PROCESSO											
Usinagem											
	Nº Guia	Classe	Recomendação	Justificativa	Descrição	Exemplo / Aplicação	Fonte				
Corte	P01	Aplicação de Novas Tecnologias na Usinagem ¹²	Recomenda-se para tomada de decisão quanto à aplicação de novas tecnologias em operações de usinagem. ¹²	A) Verificar o tipo de material a ser usinado. Dependendo do material a ser usinado e da máquina/ferramenta, a utilização do fluido pode ser aguçada ou minimizada. ¹³	N/A		CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS (CNPQ/CNPQ/2005/1) - FONEZ, MARCOZIELI, COPPINI(2011)				
	P02			B) Verificar o tipo de ferramenta de corte utilizada. Se for utilizada ferramenta com baixa resistência ao desgaste, como o aço rápido, o fluido promove sua resiliência por meio a remoção do calor da superfície. A substituição da ferramenta por outra de maior resistência e resistência pode reduzir a necessidade da utilização de fluido de usinagem. ¹³	N/A						
	P03			C) Verificar o tipo de operação a ser executada. Recomenda-se a técnica do Método de mínima quantidade de fluido - MQDF e a usinagem a seco. ¹²	N/A						
	P04	Cortes Partes ^{14,15}	O processo de corte a laser existem algumas limitações como: Espessura da peça, tipo de corte, diâmetro das furações, reflexividade do material e por isto, recomenda-se: Recomenda-se utilizar máquinas de corte de alta qualidade e precisão. Características da tecnologia laser: versatilidade, flexibilidade, precisão, economia, integridade do corte, criatividade. ^{14,15}	Diâmetros das furações: Esta limitação está relacionada com a abertura mínima que o laser consegue para cada espessura, em geral espessura até 10mm, a largura mínima é de 80% da espessura. Por isto, recomenda-se seguir as especificações mínimas para a execução do laser, sendo a relação a seguir entre 80 e 90% de aproveitamento de chips. É reduzir as sobras de aquecimento e MDP. Máquinas de laser operam em comprimento de onda e alta produtividade que tratam custo e benefício. ^{14,15}	N/A			FLAMA E MAKISHI(2004), "REMAZE", REVISTA DA MADEIRA, TECNOLOGIA (2005), "PADLHA, HORNQUEL, SOUZA(2007)			
	P05			Equipamento mínimo entre as peças: Recomenda-se que as peças tenham borda e equipamento mínimo de 10mm entre as peças para garantir uma boa qualidade de corte, caso contrário pode haver um maior aquecimento de partes devido com que as peças tenham uma espessura de borda na peça. ^{14,15}	N/A						
	P06			Tamanho da peça: Esta limitação está relacionada com o tamanho da mesa de corte que o maquinário de usinagem controlada possui, em geral as mesas de corte possuem dimensões entre 2000x3000mm e 2000x4000mm. Por isto, recomenda-se projetar a peça dentro dessas dimensões comerciais. ^{14,15}	N/A						
	P07			Recomenda-se verificar a reflexividade de alguns tipos de materiais, para poder identificar as partes das máquinas, pois o laser pode refletir no material e voltar para a fonte gerando um risco. Ou então, mais cuidado no processo de laser são: os aços carbonos, aços inoxidáveis e o alumínio. ^{14,15}	N/A						
	P08			Recomenda-se para os materiais não reflexivos o corte em máquina convencional, este tipo de corte é recomendado para utilização de ferramentas (punches) que cortam o material por repetidas vezes. Escutar sempre ruídos de operação para evitar erros process. ^{14,15}	N/A						
	P09			Peças Aço Carbono ¹⁶	Recomenda-se que para corte de peças em aço carbono, com espessura acima de 40 mm, o processo mais recomendado é o a cortante. E para corte de peças de espessura abaixo de 5 mm, com espessura de borda zero o processo mais recomendado seria o laser. ¹⁷	O corte, devido ao baixo custo inicial e operacional do processo e o processo laser, que pode ser aplicado também a maiores espessuras dependendo do perfil do material, a que se deve analisar a grandeza da quantidade de corte e a produtividade a ser obtida.			N/A		FELHO (2007), "JONQUIM, RAMALHO(2007)
						Recomendações ao lado sobre o processo a cortante.					

Figura 3.9 – ECO-GR-Processo – Leiate parcial

3.4.1. Tópico: Usinagem

Neste tópico da ferramenta ECO-GR-Processo, tem-se: *i)* corte; e *ii)* furação, nos quais obteve-se um total de 20 guias de referência, sendo 18 relacionados a corte e dois de furação. Entende-se por corte o corte da madeira sólida, madeira reconstituída e peças em aço carbono. E por Usinagem, as operações de furação para as dobradiças, rebaixos para vidros em caso de portas-cristaleiras, rebaixos para alojamento de puxadores e outras operações atendendo aos projetos do produto.

3.4.2. Tópico: Acabamento

Neste tópico, identificou-se que os revestimentos e pintura do setor moveleiro são os que têm maiores índices de impacto no meio ambiente. Isto decorre

principalmente do desperdício de material nos procedimentos utilizados nos sub-tópicos do ECO-GR-Processo. Assim, tem-se sete guias de referência abordando estes itens.

3.4.3. Tópico: Montagem e Desmontagem

Este tópico foi dividido em dois sub-tópicos Montagem e Desmontagem. Neste caso, a fundamentação teórica dos guias de referência foram os princípios de projeto para montagem e desmontagem, com os quais foram estipuladas um total de sete guias de referência do ECO-GR-Processo. Ressalta-se que neste tópico são fortemente utilizados adesivos, e outros acessórios de montagem e desmontagem para que após esta operação, o produto esteja pronto para a sua comercialização.

3.5. PROCEDIMENTO DE USO DA FERRAMENTA ECO-GR

Nesta seção, apresenta-se o procedimento de uso da ferramenta ECO-GR, visando facilitar seu uso pela equipe de projeto. Para isto, sugere-se a seqüência dos passos contidos na **Figura 3.10**.

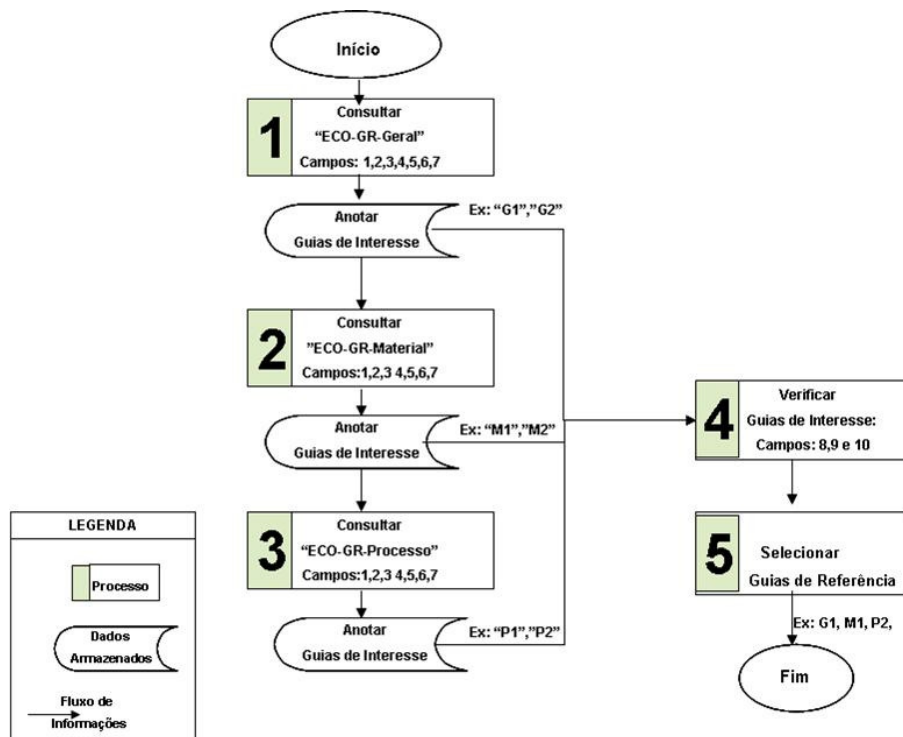


Figura 3.10-Procedimento do uso da ferramenta ECO-GR

A descrição dos principais aspectos de cada passo será discutida nas próximas seções.

3.5.1. Primeiro Passo: Consultar ECO-GR-Geral

O usuário deve consultar o ECO-GR-Geral, nos campos 1,2,3,4,5,6,7 e anotar os guias de interesse.

A **Figura 3.11** ilustra que a leitura da ECO-GR-Geral inicia-se no sentido vertical (1), (no caso da ECO-GR-Geral, é o tópico “Diretrizes”) e logo em seguida, os sub-tópicos Estratégias do Projeto para Meio Ambiente e Princípios do Projeto para Montagem (2). Por último, deve-se proceder à leitura do campo intitulado “Nº Guia” da ECO-GR-Geral, no sentido horizontal (da esquerda para direita) (3), até o campo intitulado “justificativa”.



Figura 3.11- Sentido da leitura do ECO-GR

Ao término da leitura dos campos citados acima, e após uma reflexão da aplicabilidade dos seus conteúdos no contexto do projeto conceitual, anotam-se os guias de interesse para posterior consulta nos passos seguintes.

3.5.2. Segundo Passo: Consultar ECO-GR-Material

Consultar o ECO-GR-Material, nos campos 1,2,3,4,5,6,7 e anotar os guias de interesse da mesma. Portanto, segue-se a leitura do conjunto de guias de referência da ECO-GR-Material conforme indicado no primeiro passo. Após uma reflexão ou uma breve discussão deles, anotam-se os guias de interesse.

3.5.3. Terceiro Passo: Consultar ECO-GR-Processo

Este passo consiste em consultar a ferramenta ECO-GR-Processo nos campos 1,2,3,4,5,6,7 e após, anotar os guias de interesse. Portanto, inicia-se a seqüência de leitura da estrutura do modelo da ferramenta ECO-GR-Processo da mesma forma citada no primeiro passo. Cabe lembrar que os guias de interesse do ECO-GR-Geral e ECO-GR-Material que foram selecionados nos passos anteriores, serão itens norteadores para o momento da discussão da equipe de projetistas na seleção dos guias de interesse do ECO-GR-Processo. Logo após, anotam-se os guias de interesse selecionados para utilização no passo subsequente.

3.5.4. Quarto Passo: Verificar os Guias de interesse selecionados das ECO-GR-Geral, ECO-GR-Material e ECO-GR-Processo

Consultar os guias de referência de interesses anotados das ECO-GR-Geral, ECO-GR-Material, ECO-GR-Processo, nos campos 8, 9 e 10 da estrutura da ferramenta ECO-GR. Portanto, após ter selecionado e anotado os guias de interesse de todas as categorias da ferramenta ECO-GR, verificam-se os campos intitulados “Descrição”, “Exemplo/aplicação” e “Fonte”. Desta forma, o usuário da ferramenta ECO-GR terá maiores informações dos guias de interesse anotados de todas suas categorias da ferramenta proposta.

3.5.5. Quinto Passo: Selecionar os guias de referência da ECO-GR-Geral, ECO-GR-Material e ECO-GR-Processo

Dos passos anteriores, obteve-se um conjunto de guias de interesse anotados com informações adicionais nas suas respectivas categorias da ferramenta ECO-GR. Portanto, neste passo selecionam-se, deste conjunto de guias de interesse, os que melhor se enquadrem no projeto conceitual do produto sendo tratado pela equipe de projeto.

Portanto, após ter apresentado esta seqüência de passos, a próxima seção apresenta uma aplicação preliminar da ferramenta ECO-GR. Objetiva-se caracterizar o funcionamento das propostas até aqui apresentadas.

3.6. APLICAÇÃO PRELIMINAR DA FERRAMENTA ECO-GR

Esta aplicação preliminar da ferramenta ECO-GR tem como pressuposto mapear produtos tidos como ambientalmente corretos, que é a proposta delineada neste trabalho. É de se supor que projetistas poderão consultá-las para novos desenvolvimentos. Para isto, a ferramenta ECO-GR será aplicada em dois momentos: *i*) primeiro momento, intitulado “Análise por categoria” e “Análise nas três categorias” da ferramenta ECO-GR; *ii*) segundo momento, intitulado “Aplicação ilustrativa teórica”, no qual será propriamente uma aplicação da ferramenta ECO-GR, em todas suas categorias (Geral, Material e Processo) no projeto conceitual de um produto, em condições controladas.

3.6.1. Primeiro Momento: Análise por categoria e Análise em conjunto das três categorias

Neste primeiro momento, tem-se o objetivo de verificar a aderência dos guias de referência da ferramenta ECO-GR nas suas três categorias (Geral, Material e Processo) aplicadas em alguns produtos reconhecidos como ambientalmente corretos, por pesquisadores conhecidos em âmbito internacional, como Thames e Hudson (2004). A escolha destes produtos foi aleatória, só tendo como premissa o fato do produto pertence ao setor moveleiro. Este primeiro momento subdivide-se em duas partes (ver **Figura 3.12** -):

a) Analisar o conjunto de guias de referência da ECO-GR-Geral, ECO-GR-Material e ECO-GR-Processo, individualmente, para produtos diferentes;

b) Analisar a ferramenta ECO-GR na íntegra, considerando um produto (diferente dos já utilizados anteriormente).

Salienta-se que a análise foi conduzida por meio da consulta dos guias de referência da ECO-GR dos materiais, processo, módulos, conexões utilizados em cada produto selecionado para esta aplicação preliminar. Desta forma, verificou-se a aderência dos guias de referência da ECO-GR aos produtos tidos como ambientalmente corretos pelos pesquisadores citados.

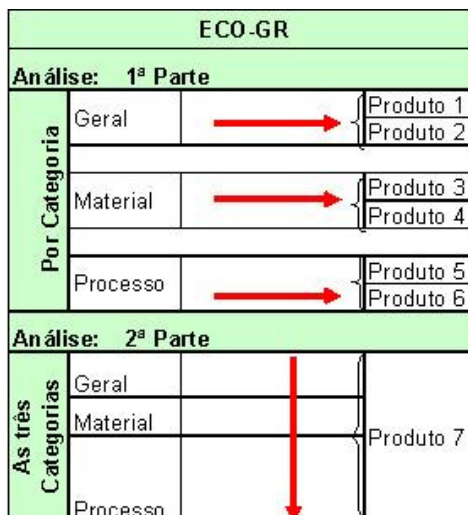


Figura 3.12 - Análise por categorias e em conjunto das três categorias da ECO-GR

Na próxima seção, apresenta-se a aplicação da ferramenta ECO-GR nas suas categorias, individualmente, em produtos diferentes.

3.6.1.1. Análise por categoria da ferramenta ECO-GR (1ª Parte)

Destaca-se que na aplicação da ferramenta ECO-GR, por categorias foram utilizados os procedimentos do uso citados na seção 3.5 deste Capítulo. A seguir, é apresentada a análise pela categoria Geral da ferramenta.

3.6.1.1.1. ECO-GR-Geral:

Nesta análise, foram selecionados dois produtos considerados ambientalmente corretos descritos pelos autores Thames e Hudson (2004). O produto nº 01 é uma estante composta por um sistema modular. Os materiais utilizados pelos autores foram: alumínio anodizado de 2 mm, com suporte de aço galvanizado (em X). Cada módulo apresenta as medidas de 160 cm x 36 cm x 33 cm. Por sua vez, o produto nº 02 é um abajur de forma cônica, constituído de materiais recicláveis (mistura de caixas de ovos e papel reciclado), produzido pelo processo a vácuo. A seguir, as **Figura 3.13-e Figura 3.14**contêm os resultados da análise conduzida.

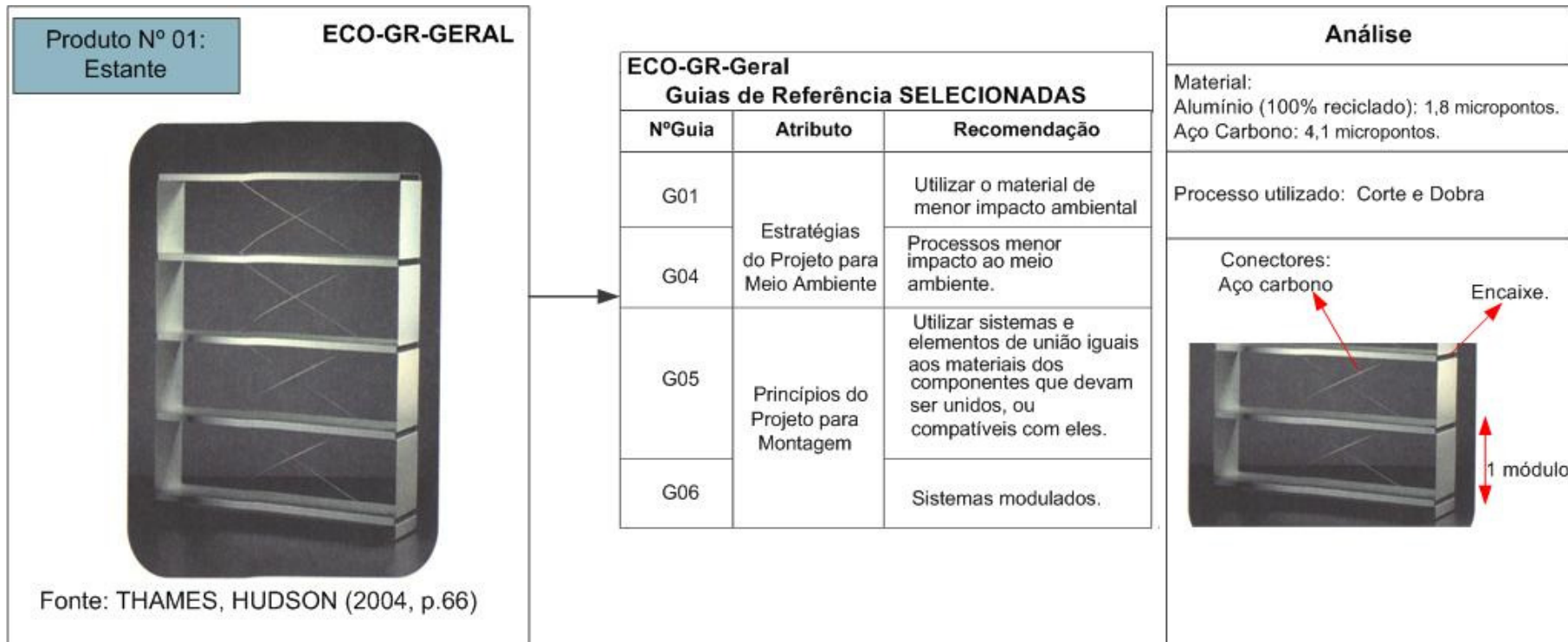


Figura 3.13- Resultado da análise da ferramenta ECO-GR-Geral – Produto 01

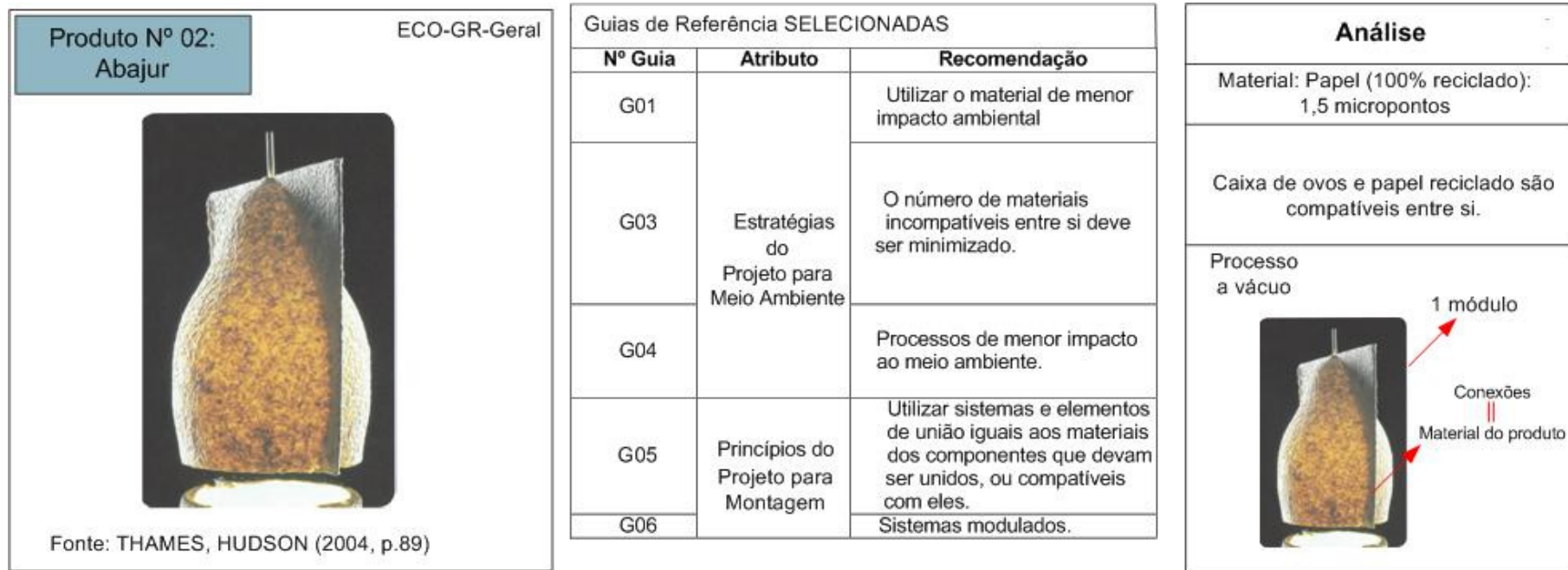


Figura 3.14 -Resultado da análise da ferramenta ECO-GR-Geral – Produto 02

3.6.1.1.2. ECO-GR-Material:

Nesta análise da ferramenta ECO-GR-Material apresentam-se dois produtos tidos como ambientalmente corretos pelos autores Thames e Hudson (2004). No primeiro deles, o produto nº 03, banco de praça, foi utilizado material plástico reciclado. Já para o produto nº 04, é uma cadeira de bambu. Na **Figura 3.15**, apresentam-se os resultados da análise da ECO-GR-Material nos dois produtos citados (nº03 e nº 04).

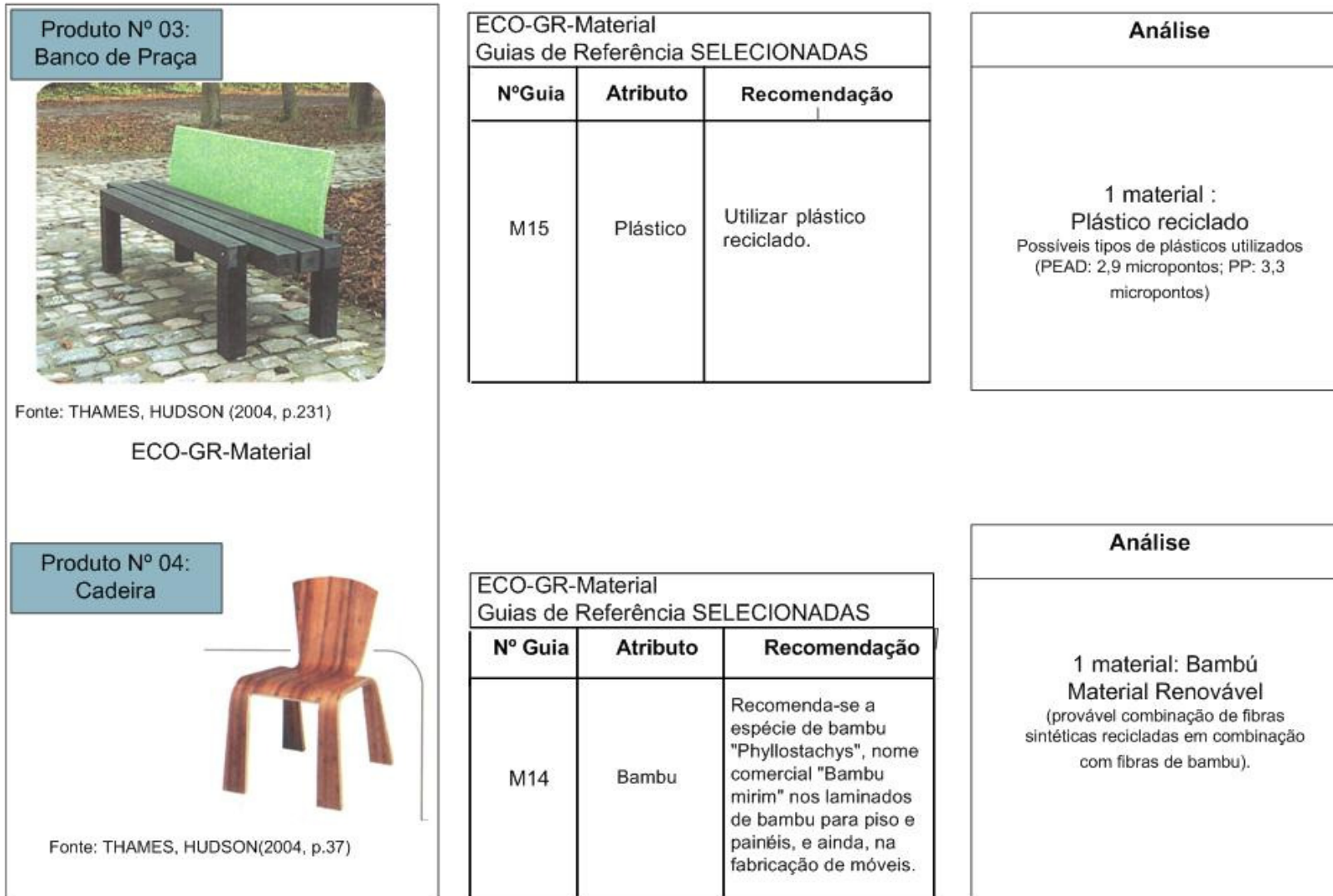


Figura 3.15– Resultado da análise da ferramenta ECO-GR-Material no produto 03 e 04

3.6.1.1.3. ECO-GR-Processo:

Na análise da ferramenta ECO-GR, na categoria Processo, apresenta-se dois produtos considerados ambientalmente corretos pelos autores Thames e Hudson (2004):

a) O produto N^o 05, intitulado banquinhos multifuncionais. Este produto é multifuncional, pois pode se transformar em banquinho, mesa, cadeira, porta-revistas, entre outros. O material utilizado foi o plástico (não se tem especificado se é reciclado ou não). Para fabricação, tem-se o processo de injeção. As conexões são do mesmo material da estrutura do produto.

b) Para o produto N^o 06, intitulado caminho de madeira sólida. O material utilizado pelos autores foi madeira sólida certificada. A formação do caminho é de várias peças de formatos curvos e encaixáveis entre si, tipo quebra-cabeça.

Nas **Figura 3.16** e **Figura 3.17** apresentam-se os resultados desta análise. Para a análise dos produtos acima citados foram utilizados os seguintes guias de referência localizados na ferramenta ECO-GR, categoria Processo, tópico de Usinagem e de Montagem e Desmontagem.

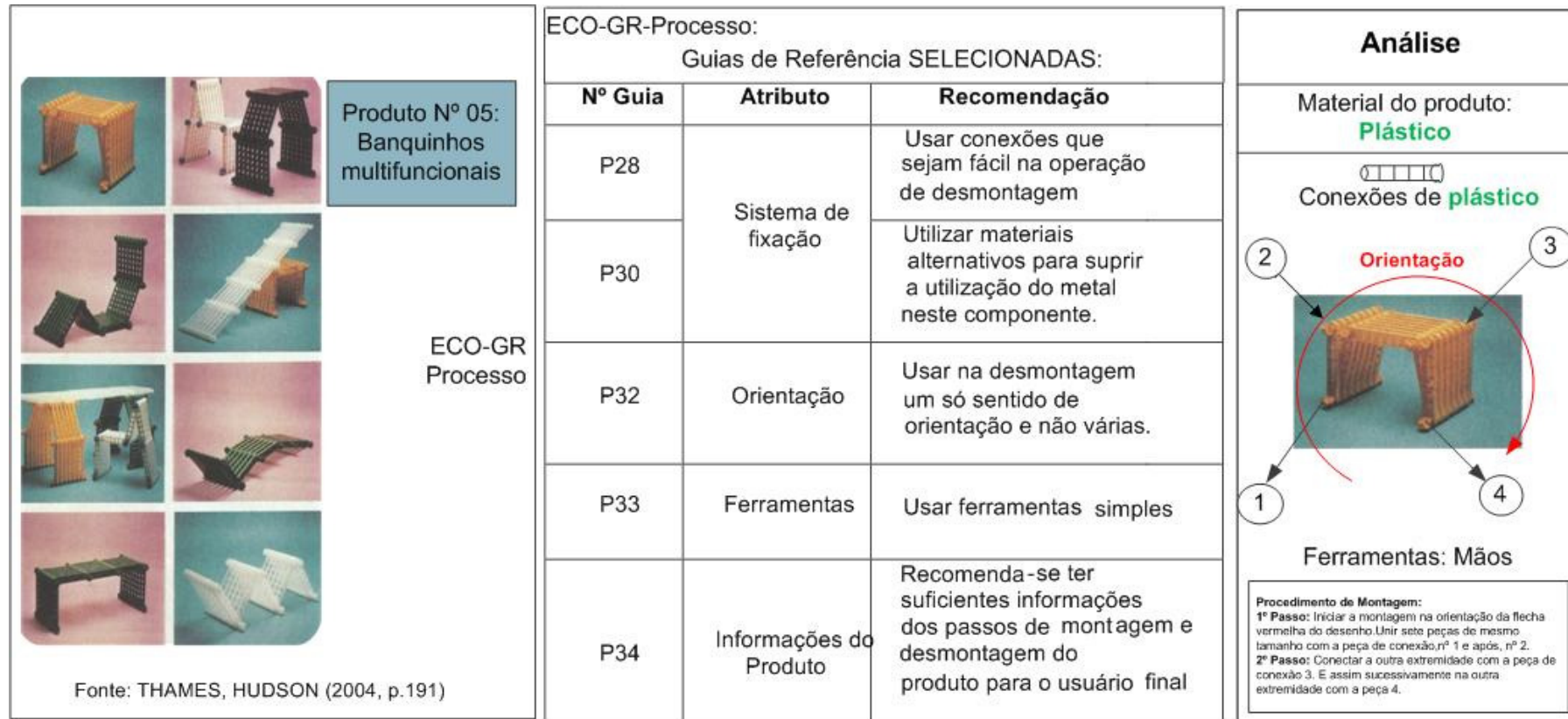


Figura 3.16-Resultado da aplicação da ferramenta ECO-GR-Processo no produto nº 05

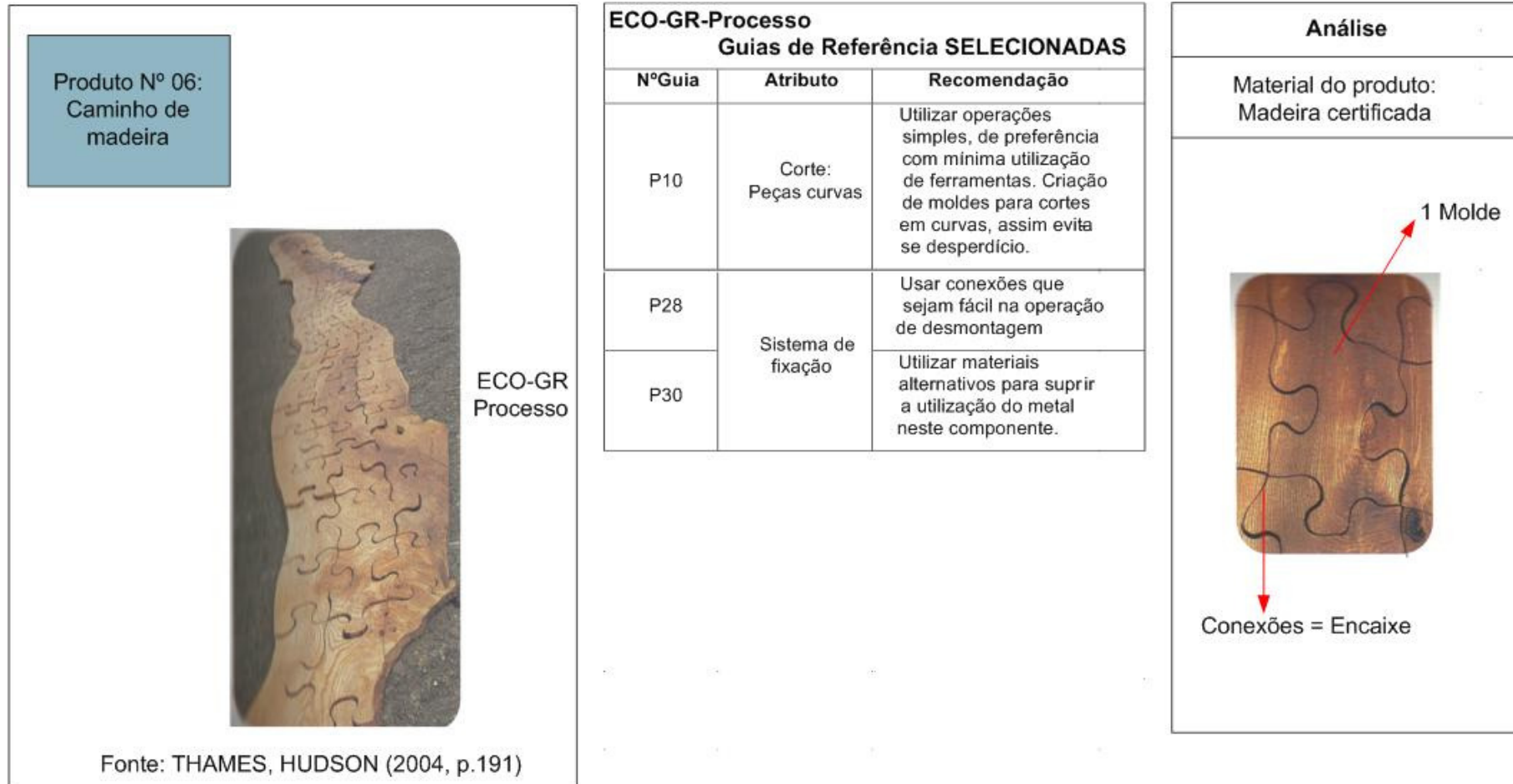




Figura 3.17 -Resultado da análise da ferramenta ECO-GR-Processo no produto nº 06

Na seção seguinte, será analisada a empregabilidade, no todo, da ferramenta ECO-GR nas três categorias (Geral, Material e Processo) num mesmo produto dito ambientalmente correto.

3.6.1.2. Análise nas três categorias da ferramenta ECO-GR (2ª Parte)

Na análise das três categorias (Geral, Material e Processo) da ferramenta ECO-GR, para um mesmo produto tido como ambientalmente correto, citado por Thames e Hudson (2004, p.230) selecionou-se o produto nº 07, intitulado “Olímpico”. Trata-se de um banco para espaços públicos e escolas. Portanto, na análise na ferramenta ECO-GR utilizou-se: *i)* na categoria Geral, o tópico “Diretrizes”, sub-tópico Estratégia de Projeto para o Meio Ambiente e Princípios do Projeto para Montagem; *ii)* na categoria Material, o tópico Madeira, sub-tópico Madeira sólida e o tópico Diversos, sub-tópico Metálicos; e por último, *iii)* na categoria Processo, o tópico Usinagem, sub-tópico Corte e Furação; e o tópico Acabamento, sub-tópico Revestimento; tópico Montagem e Desmontagem, sub-tópico Montagem. Os resultados da análise podem ser observados na **Figura 3.18**.

<p>Produto Nº 07: "Olimpico"</p>  <p>Fonte: THAMES; HUDSON (2004, 230p)</p>	<p style="text-align: center;">Análise</p> 
---	--

ECO-GR: Geral, Material e Processo			Guias de Referência SELECIONADAS							
Nº Guia	Atributo	Recomendação	Nº Guia	Atributo	Recomendação	Nº Guia	Atributo	Recomendação		
G01	Estratégias de Projeto para Meio Ambiente	Utilizar o material de menor impacto ambiental.	M18	Aço Carbono	Utilizar este material ele próprio em pequenas quantidades ou na combinação com outros materiais recicláveis.	P10	Cortes: Peças curvas	Utilizar operações simples, de preferência com mínima utilização de ferramentas. Criação de moldes para cortes em curvas, assim evita se desperdício.		
G03		Recomenda-se que os números de materiais incompatíveis entre si devem ser minimizado. Selecionar processos menor impacto ao meio ambiente ou reduzir o uso deles e estabelecer controles de processo.						M05	Bracatinga	Utilizar este material a partir de troncos de 18 cm de diâmetro.
G04					P29					
G05	Princípios do Projeto para Montagem	Utilizar sistemas e elementos de união iguais aos materiais dos componentes que devam ser unidos, ou compatíveis com eles.								
G06			Recomenda-se usar sistemas modulados.							

Figura 3.18-Resultado da análise da ferramenta ECO-GR em todas suas categorias no produto nº 07

3.6.2. Segundo momento: aplicação ilustrativa teórica

Neste segundo momento, aplica-se a ferramenta ECO-GR em todas as suas categorias para mostrar, na prática, o procedimento de uso da ferramenta, conforme citado na seção 3.5. As informações dos requisitos dos clientes, obtidos do projeto informacional são: um sofá para duas pessoas, que seja confortável, ergonômico, durável, que seja ambientalmente correto e com características de assento de balanço. Portanto, do conjunto de alternativas, optou-se pela concepção do produto nº 08, intitulado “Sofá a Dois”, que tem o formato de meia lua (ver **Figura 3.19**).

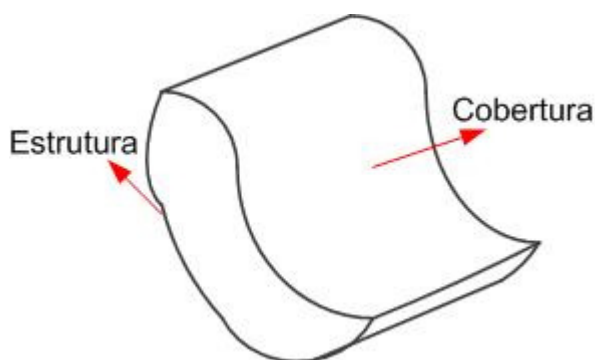


Figura 3.19 -Produto 08 – Sofá a Dois

Ressalta-se que o produto nº 08 “Sofá a Dois”, foi dividido em duas partes: Estrutura e Cobertura. Portanto, seguindo a seqüência de passos citados anteriormente (ver Figura 3.11), foram consultados todos os guias de referências das três categorias da ferramenta proposta e anotaram-se os guias de interesse para o projeto conceitual deste produto. O resultado obtido é mostrado na **Tabela 3.1**.

Tabela 3.1– Resultado da aplicação ilustrativa teórica (Primeiro, Segundo e Terceiro Passo do Procedimento de uso da ferramenta proposta)

ECO-GR-Geral – Guias de Interesse anotados		
Nº Guia	Atributo	Recomendação
G01	Estratégia Projeto para o Meio Ambiente	Utilizar o material de menor impacto ambiental.
G03		Recomenda-se que o número de materiais incompatíveis entre si deve ser minimizado.
G04	Princípios do Projeto para Montagem	Selecionar processos menos danosos ao meio ambiente.
G05		Utilizar sistemas e elementos de união iguais aos materiais dos componentes que devam ser unidos, ou compatíveis com eles.
ECO-GR-Material – Guias de Interesse anotados		
Nº Guia	Atributo	Recomendação
M14 M15 M18 M19	Bambu Plástico Reciclado Aço Carbono Alumínio	Utilizar este tipo de material devido a suas propriedades físicas e mecânicas respectivamente.
ECO-GR-Processo– Guias de Interesse anotados		
Nº Guia	Atributo	Recomendação
P01 P02 P03	Aplicação de novas tecnologias	Verificar o tipo de material a ser usinado. Verificar o tipo de ferramenta de corte utilizada. Verificar o tipo de operação a ser executada.
P04 P05	Cortes perfeitos	Diâmetros das furações. Espaçamento mínimo entre as peças.
P09	Cortes em Peças de Aço Carbono	Recomenda-se que para corte de peças em aço carbono.
P10	Cortes em Peças Curvas	Utilizar operações simples, de preferência com mínima utilização de ferramentas. Criação de moldes para cortes em curvas, assim evita-se desperdício.
P28	Sistema de Fixação	Usar conexões que sejam fácil na operação de desmontagem.
P29		Recomenda-se acessórios para fixação que sejam fáceis de montar e desmontar pelos próprios usuários. Estes acessórios tais como parafusos, grampeadores, pregos, tarugos ou encaixes, entre outros.
P30		Utilizar materiais alternativos para suprir a utilização do metal no sistema de fixação.
P32	Desmontagem	Usar na desmontagem um só sentido de orientação e não várias.
P33	Uso de Ferramentas	Usar ferramentas simples
P34	Informações da Desmontagem/Montagem para usuário.	Recomenda-se ter suficientes informações dos passos de montagem e desmontagem do produto para o usuário final.

Posteriormente, aplicou-se o quarto passo do procedimento citado anteriormente (ver **Figura 3.11**). Os guias anotados foram analisados e, logo em seguida, aplicou-se o último passo. Portanto, foram selecionados os Guias de Referência da ferramenta ECO-GR na suas categorias (Geral, Material e Processo) a serem considerados na formalização das alternativas do projeto conceitual do desenvolvimento do produto (ver **Figura 3.20**).

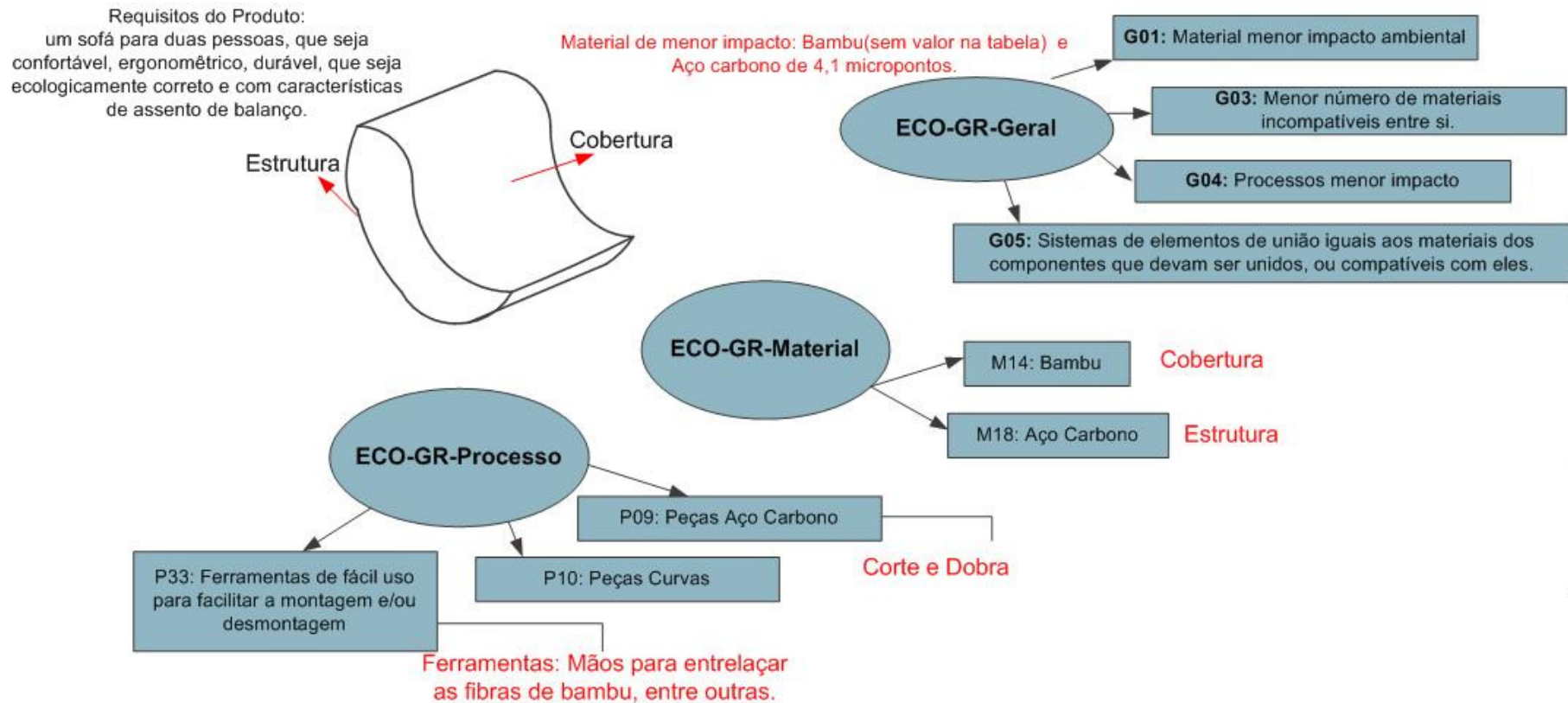


Figura 3.20-Resultado da aplicação ilustrativa da ferramenta ECO-GR em todas suas categorias no produto nº 08

Portanto, a **Figura 3.20** apresentou uma das possíveis seleções dos guias de interesse da ferramenta ECO-GR nas suas categorias Geral, Material e Processo, desta aplicação ilustrativa teórica para o produto Sofá a Dois. Sendo assim, com a seleção dos guias de interesse citados acima, concebe-se uma das alternativas para o produto que inclui: uma estrutura de aço carbono e a sua cobertura de bambu, com seus respectivos processos. Porém, os conjuntos de guias de referência da ferramenta ECO-GR, nas suas três categorias (Geral, Material e Processo), possibilitam ter diferentes opções. Assim sendo o produto, pode ter outra seleção dos guias de interesse, podendo ser de plástico reciclado na sua íntegra (cobertura e estrutura). Nesse caso, o processo seria de confeccionar um molde da estrutura de painel de madeira reconstituída para aplicação do material citado. A cobertura do produto e suas conexões seriam do próprio plástico reciclado. Portanto, desta forma, segue-se a estratégia do monomaterial do guia de referência citado na G02 da ECO-GR-Geral.

Constata-se que o resultado da aplicação da ferramenta ECO-GR na suas categorias Geral, Material e Processo são de relevância e pode ser adotado para esta concepção do produto. Foi utilizado um total de nove guias de referência das três categorias da ferramenta proposta, dos quais quatro são da ECO-GR-Geral, dois da ECO-GR-Material e três da ECO-GR-Processo. Com isto, o produto a ser manufaturado atende os requisitos do cliente, capturados no projeto informacional do desenvolvimento do produto, pois envolve um material de menor impacto ambiental, um processo de menor impacto ao meio ambiente e possui conexões de materiais compatíveis entre si e menos desperdícios por erros de corte, montagem e desmontagem.

3.7. ANÁLISE CRÍTICA DA FERRAMENTA ECO-GR

A ferramenta ECO-GR foi mapeada experimentalmente por meio dos produtos considerados ambientalmente corretos por diversos pesquisadores e obtiveram-se as seguintes percepções: *i)* sua estrutura é adaptável a novos conteúdos; *ii)* verificou-se a aderência dos guias de referência da ferramenta ECO-GR para geração de alternativas de concepção de um produto.

Ressalta-se que as categorias, “Material” e “Processo”, da ferramenta ECO-GR ficaram relativamente maiores em tamanho em relação da ECO-GR-Geral. Isto se deve ao grande conteúdo contido nelas. Por isto, o manuseio da ferramenta ECO-GR nas categorias Material e Processo ficou comprometido. Para facilitar ao usuário em mapear os guias de referência na ferramenta em todas suas categorias, recomenda-se utilizar o fluxograma da ferramenta (ver APÊNDICE D) e a seqüência de passos do procedimento do uso da ferramenta ECO-GR (ver APÊNDICE F).

Salienta-se que a ferramenta ECO-GR, nas suas categorias (Geral, Material e Processo), não foi exaustiva no que se refere a todos os níveis das estratégias do projeto para o meio ambiente. A ferramenta ECO-GR tem uma estrutura adaptável para ser incrementada ou modificada com outros conteúdos e novos tópicos para cobrir outros aspectos do setor moveleiro.

4. APLICAÇÃO PRÁTICA DA FERRAMENTA ECO-GR

Com a finalização do desenvolvimento da proposta e os resultados da aplicação ilustrativa (ver seção 3.6.2), foi realizado um experimento com o intuito de verificar as características de uso da ferramenta ECO-GR por um público-alvo composto de profissionais e estudantes de diferentes especialidades (e.g. engenharia e *design*). Portanto, este capítulo abordará os seguintes itens: *i*) preparação (antes do experimento); *ii*) execução (durante); *iii*) resultados (depois do experimento); e, *v*) considerações finais.

4.1. PREPARAÇÃO DO EXPERIMENTO

Na preparação do experimento serão abordadas as seguintes seções: *i*) cenário; *ii*) pressupostos; *iii*) métricas; *i*) equipes de trabalho; *ii*) estrutura física e de apoio; *iii*) *checklist* do experimento; *iv*) equipes de trabalho; *v*) estrutura física e de apoio; *vi*) *checklist*; *vii*) determinação dos prazos para execução da tarefa; *viii*) metodologia.

4.1.1. Cenário

Sendo assim, utilizou-se, para este experimento, a concepção de um produto dito ambientalmente correto, conforme Thames e Hudson (2004, p.24), adaptado pela autora desta investigação. A **Figura 4.1** ilustra a proposta da concepção do produto, que consiste de uma cadeira para um usuário leve³ e médio, que seja confortável, com características de assento e movimento de balanço.

Salienta-se que o perfil do consumidor para este tipo de produto é composto de pessoas apreciadoras de produtos com *design* diferenciado e que agregue o valor ecológico ao produto. Além disto, o consumidor procura no produto: *i*) qualidade; *ii*) durabilidade; *iii*) ergonomia; *iv*) produção em diversas escalas, tanto artesanal como industrial; e *v*) facilidade de desmontar e montar.

³ Usuário leve e médio refere-se ao índice de uso do produto. Neste caso da cadeira, pode-se dizer, que o perfil do consumidor enquanto ao uso dela (características de assento e movimento de balanço) seria em outras palavras, a quantidade de consumidores que usariam este tipo de produto seriam poucas e uma quantidade média de consumidores (KOTLER; ARMSTRONG, 1999).

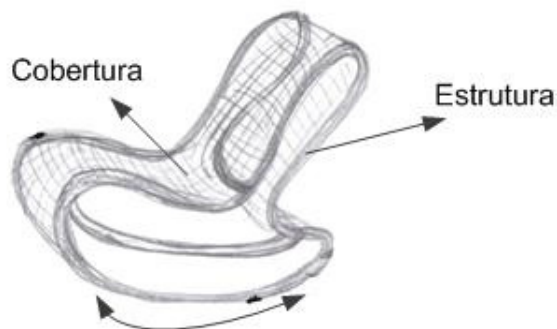


Figura 4.1– Proposta de concepção de uma cadeira
Fonte: (Adaptado de THAMES, HUDSON 2004, p.24)

4.1.2. Pressuposto

Os pressupostos assumidos para este experimento são:

- a) A construção de um cenário de desenvolvimento de produto permite avaliar o contexto de uso da ferramenta proposta;
- b) A concepção proposta do produto considerado ambientalmente correto serve como referência para condução do experimento;
- c) A percepção das equipes de projeto referente ao uso de uma ferramenta possibilita avaliá-la, no momento da tomada de decisão das equipes em questões ambientais no desenvolvimento de produtos, na formalização de alternativas na etapa conceitual.

4.1.3. Métricas

As métricas consideradas neste experimento são:

- a) Tempo utilizado por cada grupo na execução do experimento (min);
- b) Comentários adicionais sobre a ferramenta proposta (número);
- c) Quantidade de guias de referência da ferramenta ECO-GR, utilizados na concepção proposta para o produto de referência (número);
- d) Perguntas sobre o uso da ferramenta proposta (número);
- e) Perguntas sobre o contexto do experimento (número).

4.1.4. Equipes de trabalho

O objetivo das atividades em equipes de trabalho, em ambiente controlado, é observar e analisar comparativamente os resultados da empregabilidade dos guias de referência da ferramenta ECO-GR, na íntegra, na concepção definida para o produto proposto, em diferentes equipes de trabalho. Portanto, na **Figura 4.2**, ilustram-se os critérios para agrupar as equipes de trabalho. Também, ressalta-se que todos os participantes têm conhecimentos básicos de desenvolvimento de produto.



Figura 4.2 - Equipes de trabalho

4.1.4.1. Formação das Equipes

Na captação dos profissionais e estudantes da área de engenharia e *design* para este experimento, foi contatado um total de 25 pessoas por meio de correio eletrônico, telefone na rede de contatos da pesquisadora e por indicações dos primeiros confirmados. Paralelamente, foram contatados os estudantes e professores do Curso de Desenho Industrial da UTFPR e do Núcleo de Pesquisa de Design e Sustentabilidade da UFPR. Salienta-se que o Departamento Acadêmico de Desenho Industrial da UTFPR, por meio da Profa. Coordenadora do Curso, Eliane Betazzi Bizerril Seleme, possibilitou a captação de estudantes por meio da explanação desta investigação nas salas de aula nas disciplinas do Curso na UTFPR (Anexo A).

Por outro lado, os professores do Núcleo de Design e Sustentabilidade da UFPR e profissionais de empresas como a TECDESIGN mostraram-se interessados pelo assunto e incentivaram possíveis parcerias para o desenvolvimento desta ferramenta. A participação dos professores deste Núcleo da UFPR e de outros profissionais de empresas (RENAULT, PROVISA) ficou comprometida pela indisponibilidade de horários com a data da aplicação desta ferramenta.

A partir deste total de 25 contatos, houve a confirmação de 11 participantes para o dia do experimento. A presença efetiva contemplou nove profissionais e estudantes para formação das equipes de trabalho. Portanto, reorganizou-se os participantes, mantendo-se a formação de cinco equipes de trabalho.

No APÊNDICE J, está a relação dos participantes com suas respectivas experiências e instituições as quais são vinculados. Assim, tem-se: *i*) na equipe nº 01, de controle, alocou-se um engenheiro na área Mecânica; *ii*) a equipe nº 02 envolveu estudantes de Engenharia Industrial Mecânica (UTFPR); *iii*) na equipe nº 03 incluíram-se profissionais da Engenharia Produção Civil (TAYLORS OF CURITIBA) e Tecnologia Mecânica (PROFICIENCS); *iv*) na equipe nº 04, contemplou engenheiros na área de Produção (Professor UTFPR) e na Mecânica (ELECTROLUX); *v*) na equipe nº 05, alocaram-se os profissionais da área de Tecnologia em Mecânica (Projetista) e *Design* (Projetista).

4.1.5. Estrutura Física e de apoio

Com a finalidade de proporcionar uma condição de igualdade de execução das atividades para todas as equipes utilizou-se a mesma estrutura física. Com este intuito, estabeleceu-se o uso da sala do Núcleo de Tecnologia da Informação Aplicada ao Desenvolvimento de Produto–TIDEP, no Centro de Inovação Tecnológica - CITEC da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Em um primeiro momento, reuniram-se todas as equipes de trabalho neste laboratório, com o propósito de repassar as informações iniciais e alocação dos participantes nas suas respectivas equipes e locais de execução das tarefas do experimento. A **Figura 4.3** ilustra a localização das equipes, nos seus respectivos postos de trabalho, para a execução das tarefas do experimento. Assim, as equipes executaram as tarefas sem que os trabalhos de uma interferissem nos das demais.

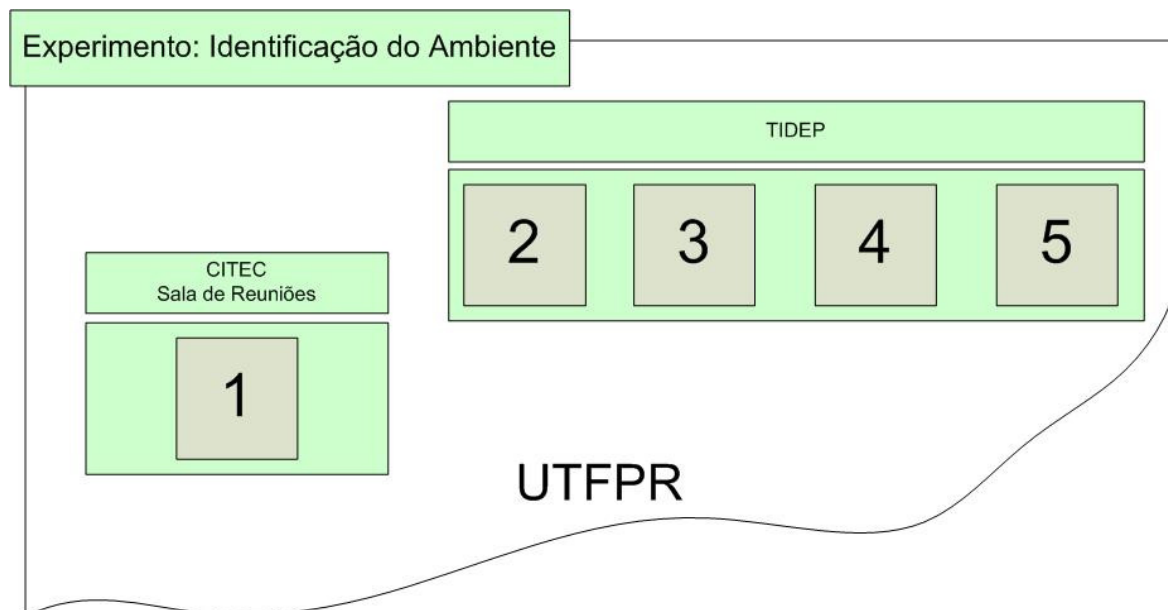


Figura 4.3 - Identificação do ambiente do experimento

Os recursos, para dar apoio à execução da tarefa, resumiram-se em: *i)* quatro computadores; *ii)* um projetor multimídia; *iii)* mesas de trabalho, *iv)* material de escritório (envelopes, papel, tinta); *v)* coffee break.

4.1.6. Checklist

A **Figura 4.4** detalha o *checklist* que foi produzido para a execução do experimento, auxiliando na implementação do mesmo. Salienta-se que o tópico “Apresentação Slides”, refere-se aos slides de uma breve explicação do que é o experimento para todas as equipes e um treinamento do procedimento de uso da ferramenta proposta para algumas equipes (2, 3, 4 e 5) do experimento.

Por outro lado, o tópico “Kit da Pesquisadora” compreende: *i)* planilhas elaboradas para a captação das observações da pesquisadora durante a execução do experimento, para cada equipe; *ii)* listagem de participantes; *iii)* formação das equipes; e *iv)* anotações dos slides produzidos para a apresentação do trabalho.

Checklist			
	Tópicos	Itens	Status
1	Arquivos	Ferramenta ECO-GR	✓
		Apresentação - Slides	✓
2	Material impresso	Kit Pesquisadora	✓
		Kit Equipes	✓
		Individual-Questionarios	✓
3	Equipamento	Fotografico	✓
		Gravador	✓
		Micros/Datashow	✓
4	Coffee Break	Café	✓
5	Participantes	E-mail -Lembrete	✓

Figura 4.4–*Checklist* do experimento

4.1.7. Determinação dos prazos para execução da tarefa

O prazo para a execução da tarefa esteve condicionado a dois fatores restritivos: *i*) compreensão do uso da ferramenta; e, *ii*) disponibilidade de tempo dos participantes. O tempo estipulado para a execução do experimento, na sua íntegra, foi de, no máximo, três horas.

4.1.8. Metodologia

No experimento desenvolveu-se uma seqüência de atividades no contexto do experimento. A **Figura 4.5** ilustra este escopo.

Ressalta-se que o material impresso entregue para a equipe nº 01 consistiu de: *i*) concepção proposta do produto (APÊNDICE G); *ii*) planilha em branco, onde devem ser anotados os resultados da equipe de controle (equipe nº 01) (ver APÊNDICE L); e *iii*) Questionário (APÊNDICE I) distribuído para cada participante da equipe.

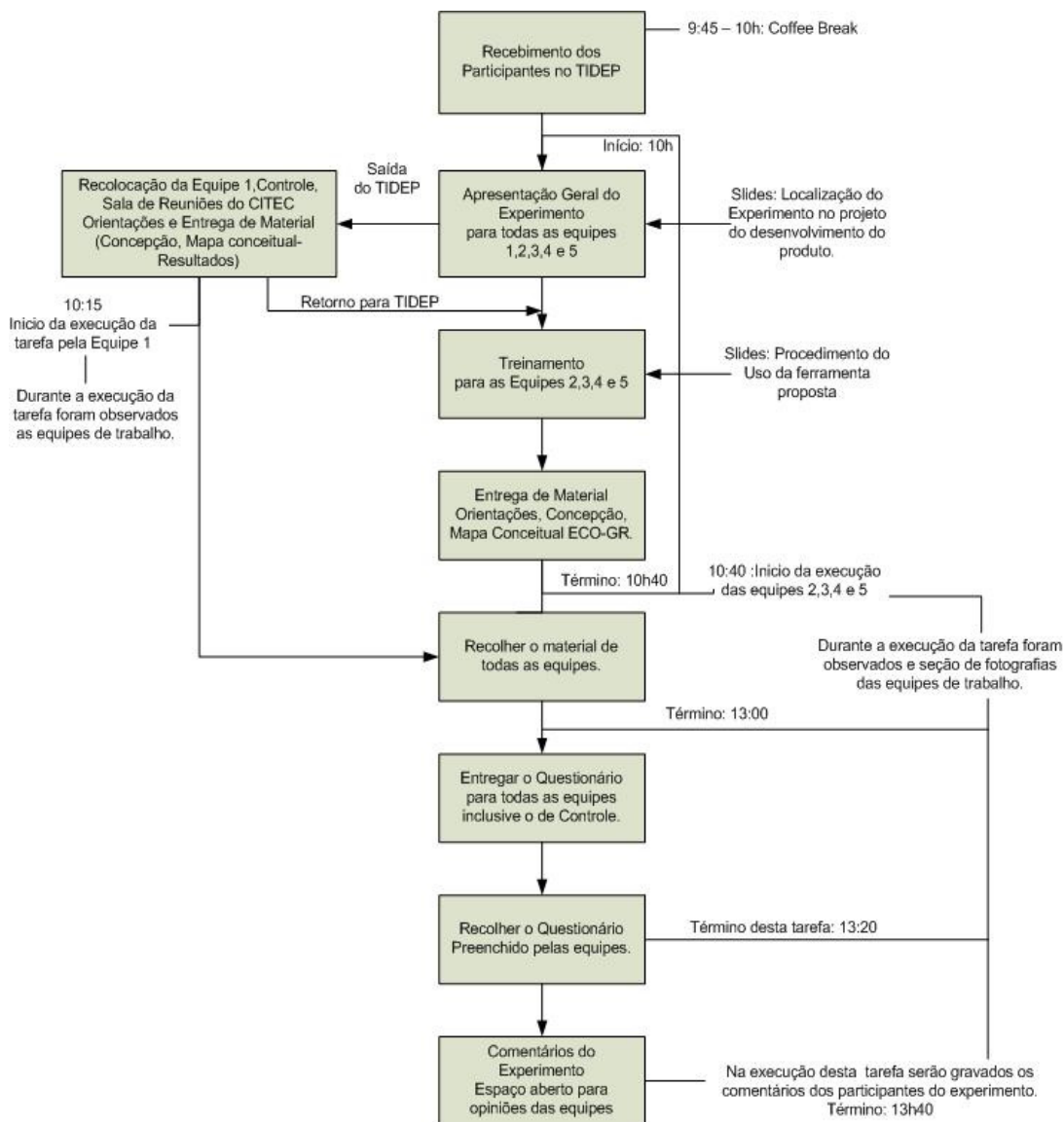


Figura 4.5 -Atividades planejadas para condução do experimento

Por outro lado, as equipes 2, 3, 4 e 5 receberam o seguinte material impresso: *i)* concepção proposta do produto (ver APÊNDICE G); *ii)* planilhas em branco para anotar os resultados da ECO-GR nas três categorias: Geral, Material e Processo (guias de referência selecionados individualmente por categoria) (ver APÊNDICE O); *iii)* orientações detalhadas (ver APÊNDICE H, maiores detalhes), conforme **Figura 4.6**; e, *iv)* questionários distribuídos individualmente para os participantes, após o preenchimento dos resultados da ECO-GR na sua íntegra (ver APÊNDICE M).

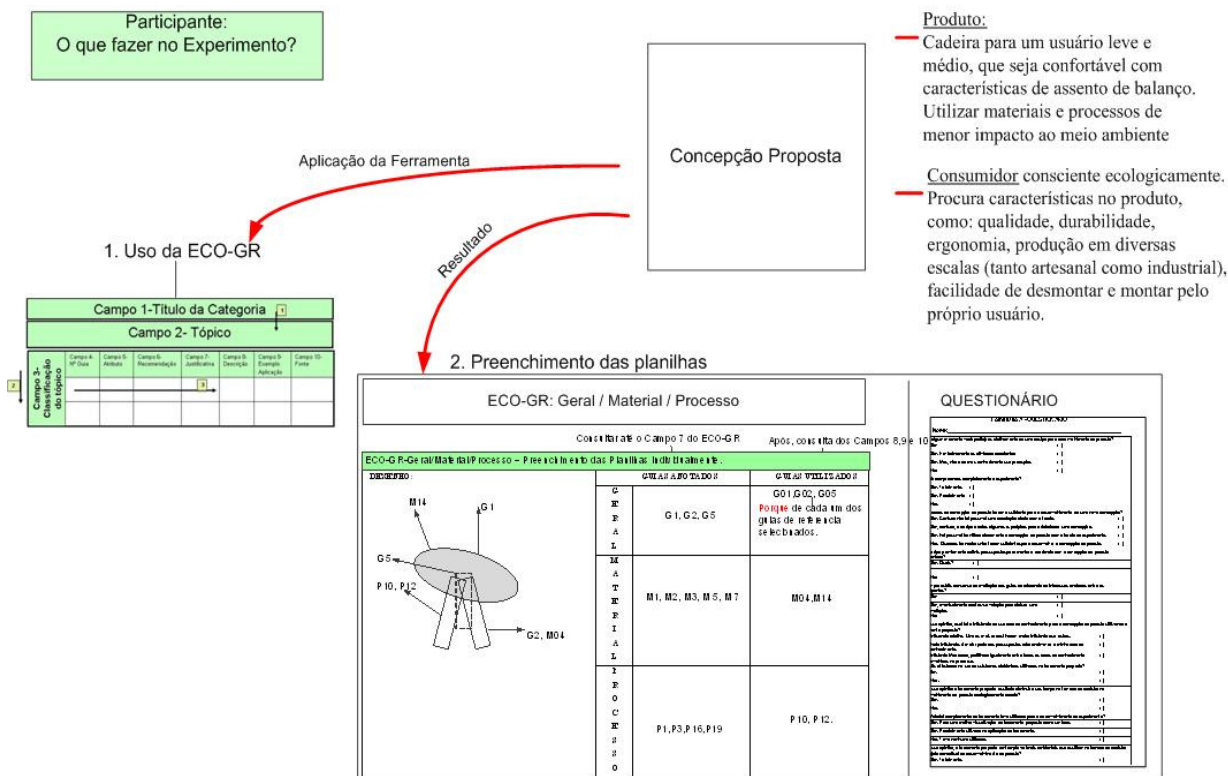


Figura 4.6-Orientações informadas aos participantes das equipes 2, 3, 4 e 5

O material impresso, fornecido aos participantes das equipes 2, 3, 4 e 5, incluiu o seguinte material de apoio para a aplicação da ferramenta proposta: *i)* fluxograma da ferramenta ECO-GR com todas suas categorias e suas respectivas ramificações (ver APÊNDICE D); *ii)* estrutura da ferramenta ECO-GR (ver APÊNDICE E); e, *iii)* o procedimento 2º do uso da ECO-GR (ver APÊNDICE F).

4.2. EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no dia 18 de outubro de 2008, sábado, a partir das 9h45 (ver Figura 4.7). O desenvolvimento do experimento ocorreu conforme as atividades planejadas (ver seção 4.1.8).



Figura 4.7–Execução do experimento

4.3. COLETA DE DADOS DO EXPERIMENTO

A coleta de dados do experimento foi dividida em: *i*) dados obtidos pelos participantes por meio dos resultados da ECO-GR (implementação dos guias de referência para todas as categorias: Geral, Material e Processo); *ii*) questionários; *iii*) dados coletados por meio da observação durante o desenvolvimento do experimento (ver APÊNDICE K); e, *iv*) espaço aberto, para comentários dos participantes.

Portanto, para um melhor entendimento dos resultados apresentados a seguir e das métricas estipuladas para o experimento (ver seção 4.1.3), elaborou-se um esquema de mapeamento deste relacionamento (ver **Figura 4.8**).

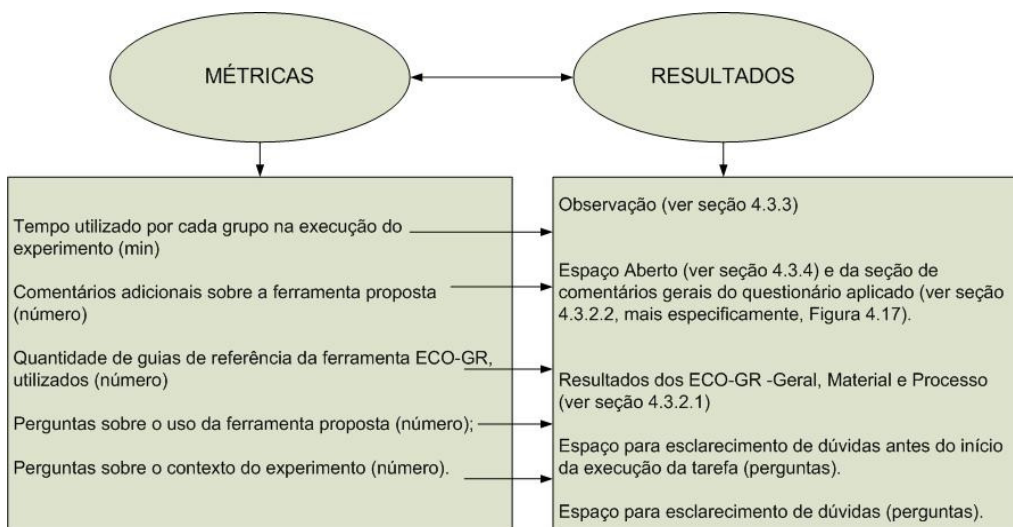


Figura 4.8 Relacionamento entre métricas e resultados

4.4. RESULTADOS DO EXPERIMENTO

Nesta seção, descrevem-se os resultados da coleta dos dados: *i)* Equipe 01: coleta dos dados das ECO-GR e do questionário aplicado; *ii)* demais equipes: dados coletados da ECO-GR por equipe e dos questionários; *iii)* dados da observação durante o desenvolvimento do experimento; *iv)* coleta dos dados do espaço aberto para comentários e sugestões de todas as equipes.

4.4.1. Equipe nº 01: Controle

O objetivo da tarefa da equipe nº 01 de Controle, era endereçar atribuições ambientais na concepção do produto (ver seção 4.1.1) sem uso da ferramenta proposta. Cabe salientar que os dados e parâmetros atribuídos pela equipe foram capturados por meio das planilhas em branco, entregues no início da tarefa junto com lápis e borracha.

Esta equipe atribuiu às seguintes características ambientais na concepção proposta: *i)* matéria-prima de uma fonte sustentável, ou seja, preocupação com a exploração sustentável permanente e não degradação ambiental; *ii)* produto não deve produzir resíduo durante a sua vida útil e nem expelir gases, de forma a não haver ou haver pouco impacto ambiental; *iii)* produto deve ser de fácil descarte, deve ser biodegradável ou no mínimo reciclável”. Na **Figura 4.9** a equipe de controle desenhou e assinalou os materiais a serem utilizados.

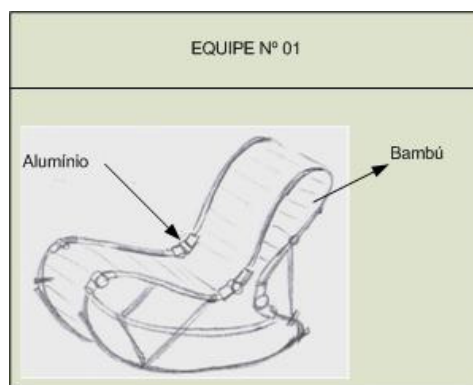


Figura 4.9–Resultado da Equipe 01-Controle

O questionário aplicado para a equipe nº 01 incluiu de cinco questões que abordam experiência em equipes de desenvolvimento de produto e o desenvolvimento da tarefa (ver APÊNDICE I).

A partir do questionário respondido, é possível afirmar que a equipe 01 tinha experiência em participação efetiva em processos para desenvolvimento de produto, especificamente em treinamento ou atividade acadêmica. A equipe 01 também identificou clareza na explicação da tarefa a ser desenvolvida durante o experimento quanto, aos seus objetivos. Porém, no que se refere às informações sobre a concepção do produto apresentada, estes declaram que estas não foram suficientes, principalmente, com relação ao mercado-alvo.

Por outro lado, a equipe de controle destacou que o tempo foi suficiente para o desenvolvimento da tarefa, sendo que o tempo para o término da tarefa foi de uma hora. Complementando o questionário, na seção dos comentários, num total de dois comentários, a equipe 01 descreveu que: “faltaram informações sobre alguns conteúdos como: desenvolvimento do produto, cenário econômico, mercado e data da implementação”. Além disso, a equipe 01, “sentiu falta de algumas informações sobre quais questões ambientais são mais relevantes para o desenvolvimento do produto”.

4.4.2. Demais Equipes

4.4.2.1. ECO-GR- resultados

Os resultados do experimento envolvendo as equipes 2, 3, 4 e 5, encontram-se no APÊNDICE N. Na **Figura 4.10**, apresenta os resultados envolvendo a métrica “a quantidade de guias empregadas”. Salienta-se que, quando se escreve na figura “procedimento de uso sugerido pela equipe”, entende-se que a equipe nº 05, selecionou os guias de referência seguindo a sugestão que eles mesmos propuseram para a pesquisadora, na otimização do procedimento do uso da ferramenta proposta (ver **Figura 4.18**).

ECO-GR	EQUIPE Nº 02		EQUIPE Nº 03		EQUIPE Nº 04		EQUIPE Nº 05	
Procedimento do Uso da ECO-GR (1ºPasso, 2ºPasso e 3ºPasso: Anotar Guias de Interesse)								
Geral	6	6	6	6	6	6		
Material	2	3	7	12				
Processo	9	21	19	21				
Procedimento do Uso da ECO-GR (5ºPasso: Selecionar os Guias de Referência a serem implementados)								
Geral	3	4	6	Procedimento de uso		Procedimento de uso -		
				Proposto	Sugerido pela equipe			
				6	5			
Material	2	2	1	5	2			
Processo	4	6	5	11	5			
Total das guias implementadas	9	12	12	22	12			

Figura 4.10– Resultados da quantidade de guias utilizados durante o experimento pelas equipes 2, 3, 4 e 5

4.4.2.2. Questionários

Os questionários aplicados para as equipes 2, 3, 4 e 5 contém dez questões (ver APÊNDICE M), com o intuito de: *i*) identificar a participação das pessoas envolvidas no experimento em equipes de desenvolvimento de produto; *ii*) verificar a clareza de informações na estruturação do experimento; *iv*) levantar os aspectos relevantes sobre o conteúdo, procedimentos de uso e estrutura da ferramenta proposta; e *v*) identificar se a ferramenta proposta contribui ao desenvolvimento do produto. Salienta-se que são consideradas oito pessoas para todos os cálculos apresentados a seguir:

A coleta de dados referentes à experiência dos participantes em equipes de desenvolvimento de produto identificou que 75% dos respondentes são profissionais da área de desenvolvimento de produto (ver **Figura 4.11**).

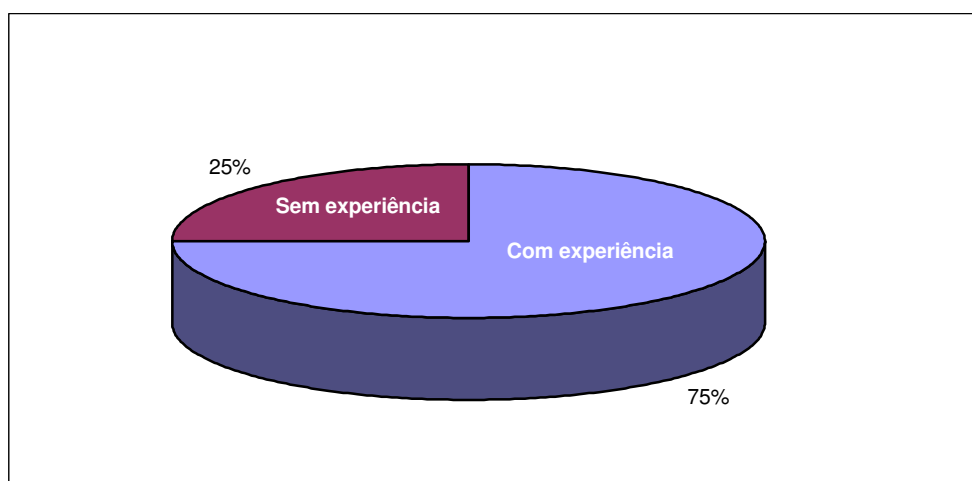


Figura 4.11 Experiência dos participantes em equipes de desenvolvimento de produto (Questão nº 01)

Em relação à estruturação do experimento (questão nº 02), verificou-se que para 75% dos participantes tiveram claro o quê fazer para o desenvolvimento do experimento (ver **Figura 4.12**). Destaca-se que dois respondentes contribuíram com dois comentários adicionais à questão. No começo, eles não entenderam como executar a atividade, mas com o decorrer do experimento, os passos a serem seguidos ficaram claros. A dúvida foi nas etapas geral e específica (material e processo).

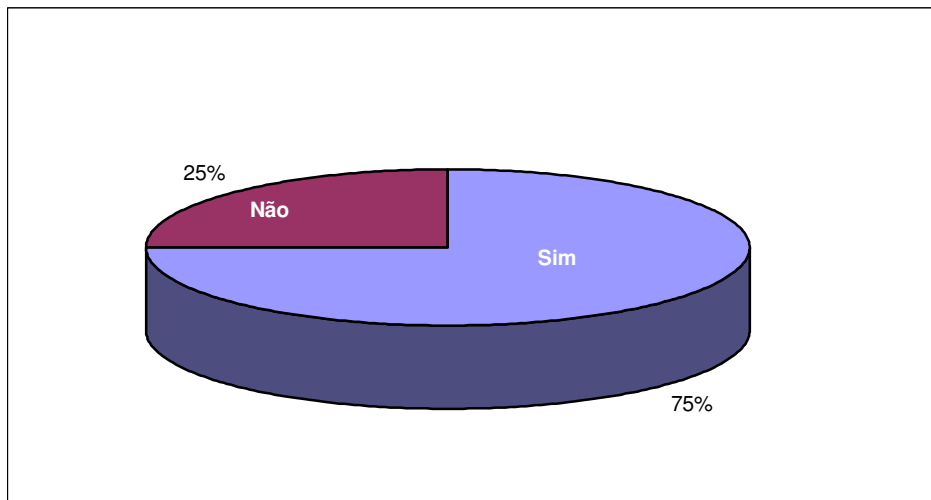


Figura 4.12- Estruturação do experimento: Clara (Questão nº 02)

Quanto ao levantamento dos aspectos relevantes sobre o procedimento de uso à estrutura da ferramenta proposta e o conteúdo. Portanto, na **Figura 4.13** mostra que 62% dos respondentes selecionaram como bom em relação ao procedimento do uso da ferramenta proposta (questão nº08), os restantes 38% ressaltam que foi ótimo.

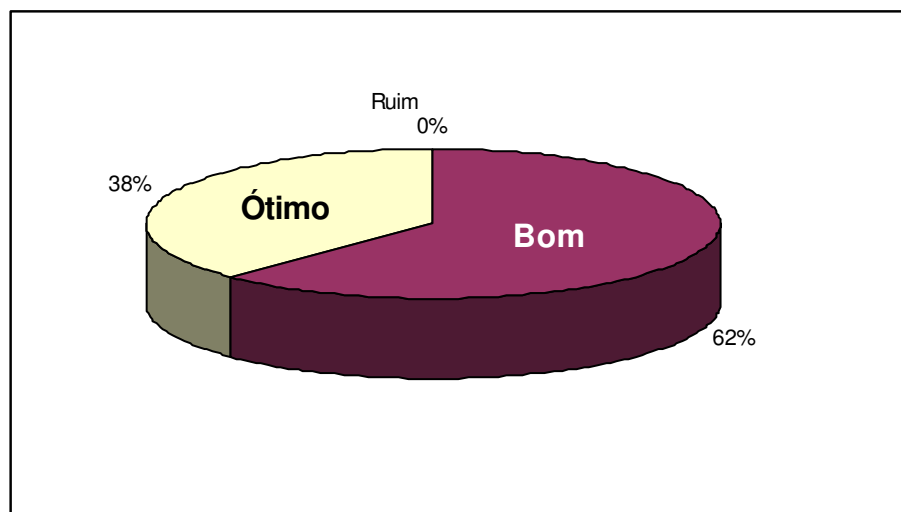


Figura 4.13- Procedimento do uso da ECO-GR (Questão nº 08)

Por outro lado, na **Figura 4.14** destaca-se que 87% dos participantes na avaliação deles referente ao manuseio da ECO-GR (questão nº09) foi de fácil manuseio e os restantes 13% responderam que foi difícil manuseio.

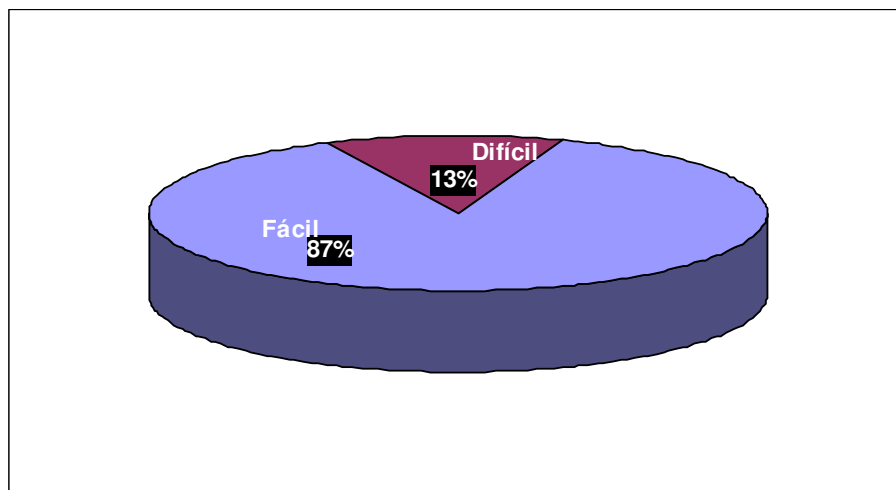


Figura 4.14 - Manuseio da ECO-GR (Questão nº 09)

Ainda sobre o questionamento do manuseio da ECO-GR, alguns participantes consideraram a ferramenta como de fácil manuseio, pois permite a abordagem de aspectos ambientais a serem considerados na concepção do produto. Outros consideraram de manuseio trabalhoso (dois comentários).

Quanto aos dados levantados sobre o consenso entre os participantes quando anotava-se os guias de referência da ferramenta proposta, questão nº 03, 100% dos respondentes responderam que tiveram consenso na equipe.

Enquanto a dificuldade do sistema eletrônico utilizado na ferramenta proposta (questão nº 05) teve-se 75% dos respondentes disseram que não tiveram dificuldades. Outros dados coletados referentes aos conteúdos dos guias de referência da ferramenta proposta se contribuíram ou não para adicionar atributos ambientais na concepção do produto (questão nº 10), foi de 75% e os restantes 25%, foi de um sim, parcialmente (ver **Figura 4.15**).

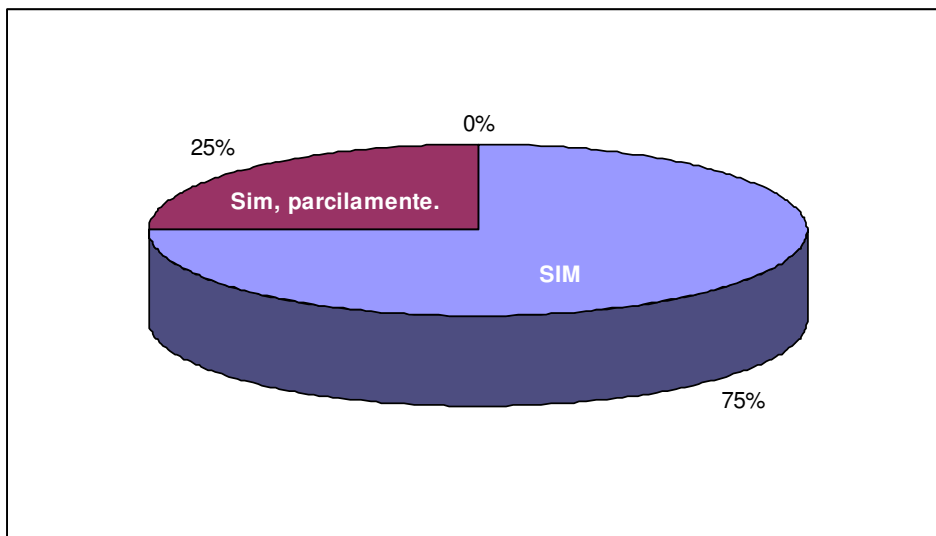


Figura 4.15- Conteúdo da ECO-GR: contribuíram para adicionar atributos ambientais na concepção proposta do produto (Questão nº 10)

A **Figura 4.16** mostra o resultado da questão nº 04, referente à influência da área de conhecimento na utilização da ferramenta proposta. 62% dos respondentes afirmaram que houve influência forte, 13% influência relativa e 25% influência moderada.

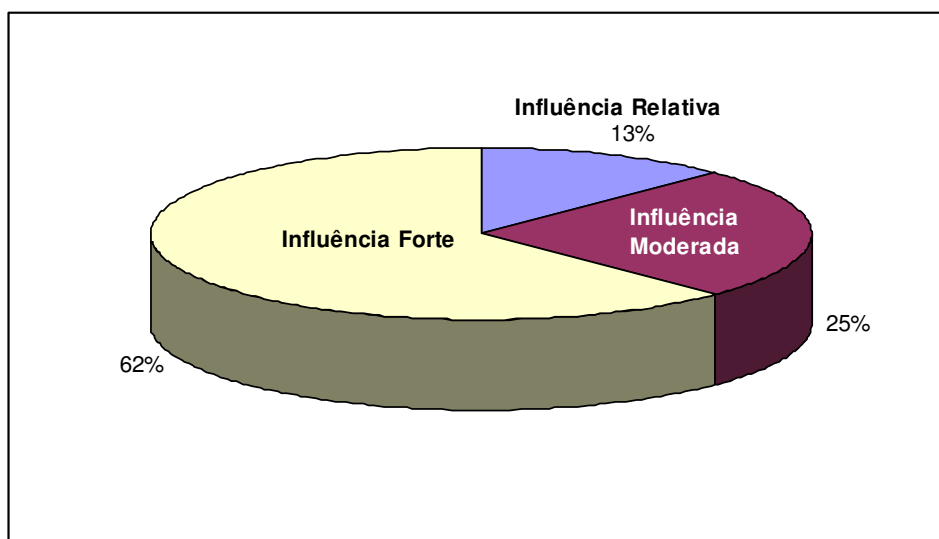


Figura 4.16- Influência da área de conhecimento na utilização da ferramenta proposta (Questão nº 04)

A **Figura 4.17** mostra a coleta de dados da opinião dos participantes se a ferramenta proposta auxilia a redução do tempo na tomada de decisão no

desenvolvimento do produto ambientalmente correto (questão nº 06) 75% dos respondentes escolheram a alternativa sim, e para os restantes 25% foi negativa. Além, dos participantes afirmarem, justificaram (dois comentários) que pode sim, reduzir o tempo na tomada de decisão se for, por exemplo, um software integrado ao outros softwares da empresa. Desse modo, pode contribuir no ciclo de desenvolvimento como um todo. Outro fator citado, que justifica a redução do tempo é o direcionamento de variáveis ambientais no desenvolvimento de produto.

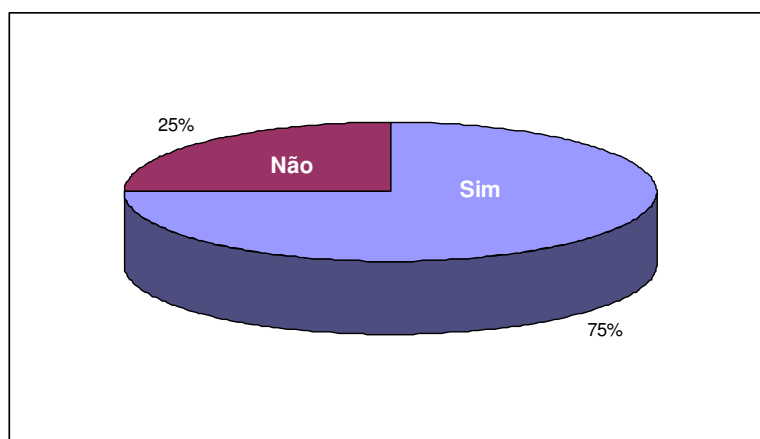


Figura 4.17- Redução do tempo na tomada de decisão no Desenvolvimento do Produto (Questão nº 06)

Referente ao questionamento aos participantes se a ferramenta proposta contempla variáveis ambientais que auxiliam na tomada de decisão no projeto conceitual do desenvolvimento do produto (questão nº 07). Todos os respondentes afirmaram positivamente. Houve a contribuição de três comentários, estes são: “Sim. Porém, é limitado”; outro participante respondeu sim. “Mas, em alguns casos direciona mais para o processo” e; outro comentário nesta questão foi: “sim. Com certeza, mas não em sua totalidade. Poderiam ser citados os impactos ambientais para cada tipo de material e processo. Acho que poderia ser abordado, por exemplo, a parte de consumo energético e transporte”.

Na **Figura 4.18** apresentam-se todos os comentários formalizados pelos participantes, considerando as questões referentes à ferramenta proposta. Salienta-se que estes dados foram coletados do item comentários gerais do questionário.

Comentários Gerais:	
1	Seria interessante melhorar a diagramação do formulário a fim de facilitar a leitura / utilização da ferramenta.
2	Sugestão: O dispositivo poderia ser elaborado com <i>hyperlinks</i> em uma tabela primária geral para facilitar o acesso ao conteúdo fornecido, pois o rolamento da barra para o acompanhamento dos itens influencia no prosseguimento do raciocínio.
3	A ferramenta direciona diversos aspectos ambientais, mas em alguns casos, a direção é dada mais no sentido de processo do que de concepção. Isso ocorreu na guia de processo. Em alguns casos (P14, P15, P24, P5) a guia direciona a decisões envolvendo proces
4	Existem justificativas dúbias que misturam diretrizes de processo que fazem parte da atividade de projeto com outras que não (P24 ao P27, P14 e P15).
	O modelo permite elaborar diversas alternativas.
	A ferramenta deveria ter guidelines de projeto e não de processo (P24 ao P27).
	A ferramenta leva à várias concepções.
	Fibras naturais, tecidos não foram encontrados.
	Categorias / variáveis padrão nas descrições e justificativas: Resistência, Densidade, características especiais.
	P04 ao P08: Confuso
	Decisões de processo que não fazem parte do projeto (P14,P15)
5	No decorrer do experimento foi possível verificar que para alguns materiais não está contemplado na ferramenta o processo produtivo, como é o caso do plástico (injeção, conformação,..)
6	Planilhas fora de ordem do experimento, geraram certas dúvidas.
	Faltou talvez, inclusão dos processos de moldagem de plásticos.
7	Colocar as planilhas na ordem: Geral, Material, Processo (as abas estavam na ordem: Geral, Processo e Material)
8	Substituir o termo "ecologicamente" por "ambientalmente";
	Informar qual seria a quantidade a ser produzida;
	Informar qual o(s) objetivo(s) de sustentabilidade do negócio. Por exemplo: Uma cadeira de aço pode ser tão sustentável quanto 20 cadeiras de papelão).
	Informar demais processos de fabricação como para os materiais plásticos;
	Ficamos na dúvida se era apenas um "G" para cada componente do produto;
	Sentimos falta de visualizar a matriz morfológica e o quadro de especificação de requisitos de produto (ex.: o que é uma pessoa leve?)

Figura 4.18 - Resultado dos comentários das equipes

Ainda, referente ao item de comentários do questionário, obteve-se 22 comentários/sugestões referente às anomalias da ferramenta proposta e sugestões de otimização da ferramenta proposta. Cabe ressaltar que, alguns destes comentários serão abordados, com mais ênfase, na seção “espaço aberto para comentários e sugestões” (ver seção 4.4.4).

4.4.3. Observação das equipes

Para a coleta de dados a partir da observação das equipes, utilizou-se um gravador e uma planilha (ver APÊNDICE K). A seguir, apresentam-se as anotações da pesquisadora:

Na observação da equipe nº 01 de controle, tem-se que a equipe não formulou nenhuma pergunta para esclarecimento de alguma dúvida sobre a tarefa. Por outro lado, ressalta-se que a equipe, primeiro realizou uma leitura do material impresso e após, partiu ao desenvolvimento da tarefa.

Das equipes nº 2, 3, 4 e 5, observou-se que: num primeiro momento, as equipes utilizaram o material complementar para o entendimento da atividade e ao procedimento do uso da ferramenta proposta. Após isto, as equipes realizaram a leitura dos guias da ECO-GR por categorias; e por último, aplicaram-se a ECO-GR na concepção proposta do produto.

Portanto, neste contexto, a **Tabela 4.1** mostra alguns resultados desta observação das equipes. Destaca-se os dados de questionamentos sobre o experimento, o tempo de entrega dos resultados das ECO-GR's, o intervalo de tempo do entendimento da atividade até a aplicação da ECO-GR na concepção proposta e por último, se o material complementar foi utilizado pelas equipes. Salienta-se que as coletas de dados são das equipes que utilizaram a ferramenta.

Tabela 4.1 – Coleta de dados das observações das equipes 2, 3, 4 e 5

	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4	Equipe 5
Intervalo de tempo do início do entendimento da atividade até a aplicação da ECO-GR na concepção proposta (min)	15	15	40	20
Perguntas adicionais antes do início da atividade (número).	0	01	03	01
Tempo de entrega dos resultados ECO-GR (min)	130	120	150	160
Material Complementar	Utilizou	Utilizou	Utilizou	Utilizou

Ainda sobre a coleta dos dados da Tabela 4.1, cabe destacar que o dado do tópico “perguntas adicionais antes do início da atividade” foi coletado no momento para esclarecimento das dúvidas das equipes sobre o uso da ferramenta e o entendimento da atividade. Isto foi realizado antes do início da execução da tarefa propriamente dita. A pesquisadora esclareceu as dúvidas por equipe e anotou a quantidade de perguntas por equipe.

Na **Tabela 4.2** apresenta-se algumas conclusões das observações das equipas 2, 3, 4 e 5 após, o levantamento e as anotações coletadas durante a execução da atividade.

Tabela 4.2 – Observações das equipas

	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4	Equipe 5
Entendimento do Procedimento do Uso da ECO-GR (métrica: tempo utilizado)	Facilidade	Facilidade	Dificuldade. Maior Tempo	Facilidade
Leitura dos guias da ECO-GR	Boa	Maior Tempo	Muito boa	Muito boa
Aplicação da ECO-GR na concepção proposta	Ótima troca de idéias entre eles	Pouca troca de idéias entre eles	Ótima troca de idéias entre eles	Ótima troca de idéias entre eles

Num contexto geral, as equipas apresentaram um bom desenvolvimento das tarefas do experimento.

4.4.4. Espaço Aberto: Comentários Finais e Sugestões:

Este espaço foi aberto aos participantes do experimento, 15 minutos antes do término do experimento. Ressalta-se que, os comentários e sugestões, foram surgindo espontaneamente sem nenhuma ordem específica. A seguir, os comentários e sugestões das equipas:

A equipe 3 comentou que, “Na ECO-GR na categoria Material, sentiu-se falta de uma relação dos impactos ambientais dos materiais individualmente. Já na ECO-GR, categoria Processo, detectou-se a falta de alguns outros tipos de processo como, por exemplo, injeção, entre outros” (ver **Figura 4.19**).

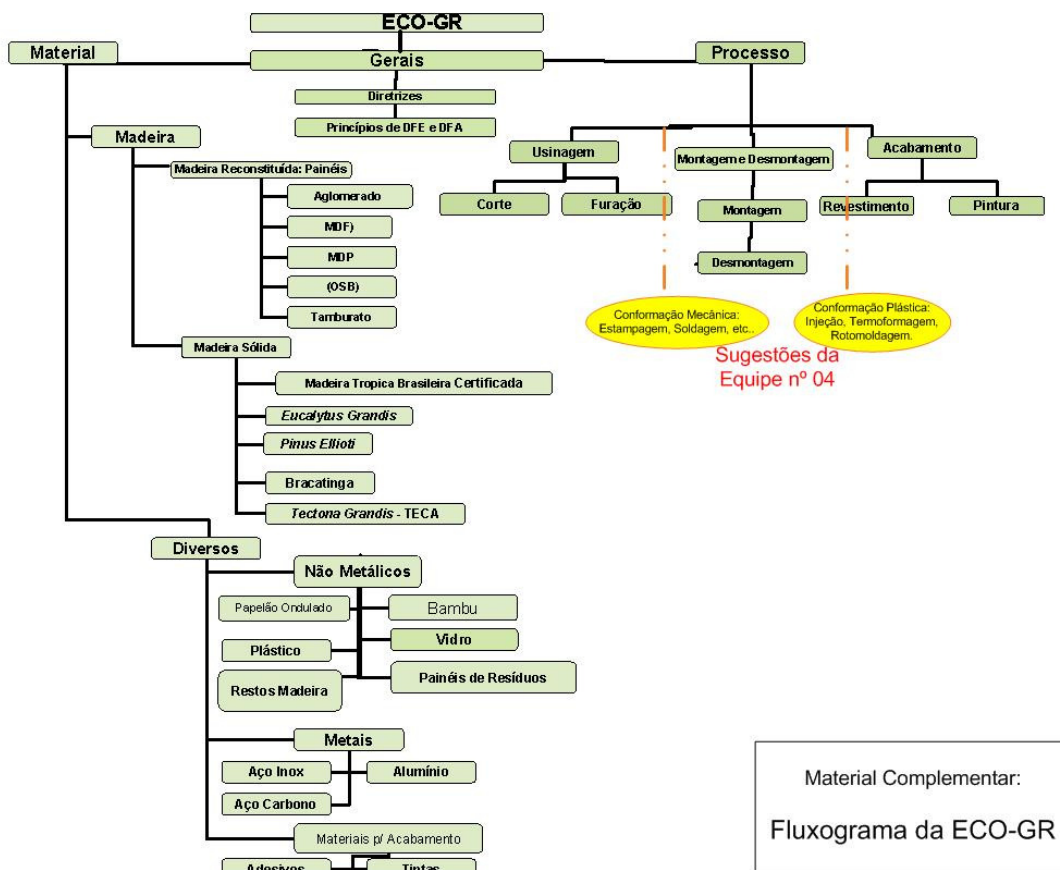


Figura 4.19 – Sugestão da equipe 4 de melhoria no fluxograma da ECO-GR

A equipe 04 comentou que: “No contexto da concepção proposta do produto, sentiu-se falta das informações sobre a quantidade a ser produzida e a questão de sustentabilidade do negócio. Ou seja, poderia produzir um milhão de cadeiras de papelão ou 100 de aço sendo tão sustentável quanto à de papelão”.

E por último, a equipe 05 comentou: “Ressaltou-se algumas anomalias na ferramenta ECO-GR na categoria Processo. Pois, em alguns momentos, misturam-se diretrizes de processo com as de projeto. Algumas diretrizes de processo, no âmbito do projeto, não se encaixam ou deveriam ser melhor trabalhadas. Por exemplo, os guias de referência P24 ao P27, que trata da diretriz da pintura referente à distância mínima da aplicação dela. No entendimento da equipe, essa diretriz poderia ser produzida de outra forma, pois a pessoa que está projetando não vai pintar a peça. Essa é uma informação que cabe à pessoa que vai realizar a pintura. Mas, por outro lado, para o projetista, como essa diretriz poderia ser convertida? Por exemplo, em evitar um projeto muito complexo da forma do produto.

Essa é uma diretriz de projeto do produto. Se tiver alguma forma muito intrincada, isto vai implicar em ter áreas que vão ficar mais longe e outras, mais perto. E assim, irá comprometer a qualidade do produto. Por isto, que a categoria Processo deve ser trabalhada um pouco diferente direcionada para a área de projeto”.

Por outro lado, foram coletadas sugestões das equipes, tais como:

a) A equipe 5 sugeriu que o procedimento proposto para o uso da ferramenta seja reformulado. Por sua vez, a equipe comentou que foi aplicado o procedimento proposto no experimento e também, conseguiu fazer o passo a passo das reformulações sugeridas (ver **Figura 4.20** -).

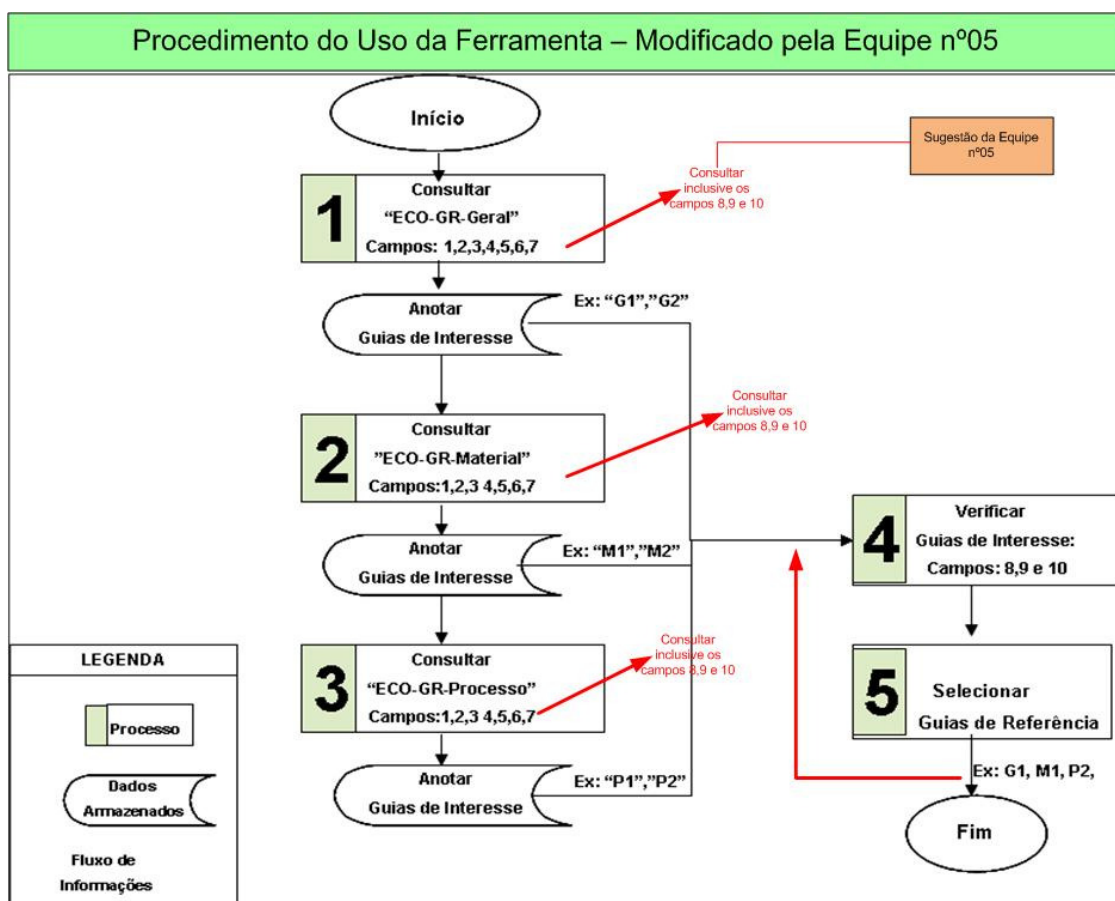


Figura 4.20 - Sugestão da equipe 5 de melhoria no procedimento do uso da ECO-GR

b) Outra sugestão da equipe 5, para a ECO-GR, na categoria Material, é alocar variáveis padrão para todos os materiais citados, com a finalidade de comparação entre eles. Por exemplo: Resistência/densidade e colocar-los no campo da “justificativa” da ferramenta.

c) A equipe 4, sugeriu que: “Seria interessante aprimorar a ECO-Geral e utilizar outro software (e.g. SimaPro LCA Software) nas outras categorias (Material e Processo) para ter indicadores dos impactos ambientais dos materiais e dos processos individualmente”.

Uns minutos antes do fechamento deste espaço aberto, um dos participantes da Equipe 4, formulou para os outros, a seguinte pergunta: “Será que a ferramenta proposta auxilia ao designer do setor moveleiro?”

Respondeu um profissional (participante) de nove anos de experiência na área de *Design* – Equipe 5): “O Designer hoje em dia, realmente tem que ter uma noção básica de variáveis ambientais. Portanto, estes conhecimentos básicos englobam alguns tipos de materiais a serem utilizados no design ambientalmente correto, como é o caso da madeira, mais especificamente MDF, entre outros. Portanto, a ferramenta proposta auxilia ao projetista a ter uma visão das outras variáveis de processo e de materiais. A interligação entre eles é o mais interessante da ferramenta proposta. Por exemplo: utilizar menos parafusos ou mais encaixe e saber qual seria o melhor material, isto contribui a diminuir o impacto ambiental do produto”.

Portanto, desta seção do espaço aberto para comentários fora coletados o número de comentários considerados adicionais dentro das métricas citadas na seção 4.1.3. Portanto, teve-se um total de nove comentários e sugestões adicionais das equipes aproveitaram este espaço para contribuições na otimização da ferramenta proposta.

4.4.5. Discussões acerca do experimento

A ferramenta ECO-GR tem como finalidade orientar as equipes de projeto na etapa conceitual a considerar variáveis ambientais na formalização das alternativas desta fase do desenvolvimento do produto contendo aspectos ambientais. Desta forma, que a ferramenta proposta poderá auxiliar as equipes de projeto, além de, contribuir a diminuição do tempo das equipes na busca de informações da área ambiental direcionadas ao desenvolvimento do produto.

Com esta aplicação prática, é possível efetuar uma avaliação identificando os pontos fortes dos guias de referência, assim como, os pontos de melhoria da ferramenta proposta. Por outro lado, foi possível perceber como, os participantes do experimento, conseguiram entender a ferramenta ECO-GR e aplicação dela no projeto conceitual no desenvolvimento do produto considerado ambientalmente correto.

Os mecanismos utilizados nesta avaliação, da percepção dos profissionais e estudantes referente à ferramenta proposta foram por meio de: *i)* resultados dos guias de referência utilizadas na concepção proposta; *ii)* questionários aplicados; *iii)* observação das equipes pela pesquisadora durante a execução do experimento; e, *iv)* espaço aberto para comentários e sugestões dos participantes.

4.4.5.1. Resultados

No mapeamento do relacionamento entre métrica e resultados do experimento citado na seção 4.3, apresenta-se os resultados gerais do experimento (ver **Tabela 4.3**):

Tabela 4.3 – Resultados gerais do experimento

	Equipe 1	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4	Equipe 5
Tempo de duração da tarefa (min)	90	130	120	150	160
Comentários adicionais da ferramenta (número)	2	0	1	2	4
Quantidade de guias de referência utilizados (número)	NA*	9	12	12	22
Perguntas sobre o uso da ferramenta (número)	NA*	0	1	2	0
Perguntas sobre o contexto da ferramenta (número)	NA*	0	0	1	1

*NA: Não se aplica.

Salienta-se que, os dados da Tabela 4.3 dos tópicos “perguntas sobre o uso e o contexto da ferramenta” são o somatório dos resultados apresentados da seção 4.4.3, especificamente da Tabela 4.1. Os outros dados da tabela são o resultado geral do exposto da seção resultados do experimento (ver seção 4.4) na íntegra.

Conforme os participantes da aplicação prática destacaram, a ferramenta proposta tem algumas vantagens como: *i)* no seu conteúdo, tem os principais guias de referência referente ao setor moveleiro, enquanto ao material, processo e estratégias gerais utilizadas para o desenvolvimento do produto dito ambientalmente correto; *ii)* é um sistema aberto, possível a ser modificado e/ou reestruturado; *iii)* é de fácil manuseio.

Os resultados também identificaram outros pontos interessantes, como:

a) A equipe de controle produziu uma concepção com atributos ambientais, em forma mais genérica (ver seção 4.4.1). Por outro lado, grupos experimentais geraram uma concepção com maiores detalhes de tipos de materiais e de processos a serem implementados, além de contemplar as estratégias para o projeto do meio ambiente (modularidade, entre outros) (ver seção 4.4.2);

b) Quanto à experiência dos profissionais e estudantes envolvidos no experimento, identificou-se que as equipes de maior experiência tiveram maior número de comentários e sugestões para a ferramenta proposta. E ainda, a quantidade de guias de referência que foram utilizadas na implementação da concepção de um produto ambientalmente correto. Percebeu-se que a equipe dos estudantes, por terem pouca experiência em processos de desenvolvimento de produto, foram as que selecionaram um menor número de guias, num total de nove. Enquanto, a equipe de maior experiência selecionou num total de 22 e as outras de experiência intermediária selecionaram num total de 12 guias.

c) O tempo médio utilizado pelas equipes de trabalho na aplicação da ferramenta ECO-GR foi de duas horas. A equipe de controle empregou uma hora na atribuição de variáveis ambientais para concepção em discussão. Salienta-se, que o tempo utilizado no uso da ferramenta poderia ser reduzido por meio do desenvolvimento de um software. Assim, diminuiria o tempo na busca dos guias de referência e se concentraria mais o tempo para discussão sobre a viabilidade de implementação na concepção do produto.

Portanto, dos resultados apresentados, foi possível verificar a aceitação da ferramenta ECO-GR num grupo de profissionais e de estudantes com experiência no desenvolvimento do produto. Isto deve-se a concentração de informações das

variáveis ambientais relacionadas ao projeto conceitual no desenvolvimento do produto. Porém, com algumas ressalvas: *i)* verificar alguns guias de referência, principalmente na categoria de Processo da ECO-GR, e adicionar outros processos; *ii)* otimizar o procedimento do uso; e, *iii)* incluir novos softwares na ferramenta ECO-GR e assim, teria uma acesso rápido das informações e isto, contribuiria a otimizar a redução do tempo de implementação da ferramenta ECO-GR.

4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, descreveu-se a aplicação prática da ferramenta ECO-GR em todas suas categorias numa concepção proposta de um produto considerado ambientalmente correto, no qual foram apresentados todos os passos para concretizar-la. Assim, apresentou-se o antes, durante e depois desta aplicação.

O antes é a preparação desta aplicação prática, estruturou-se da seguinte forma: cenário, premissas, métricas que seriam aplicadas no experimento; assim como, a formação das equipes, a estrutura física e de apoio, o *checklist*, determinação dos prazos para execução das tarefas do experimento; metodologia (atividades planejadas para a pesquisadora e participantes); e por último, a estruturação da coleta de dados a serem coletados nesta aplicação.

O durante, é a execução do experimento propriamente dito, onde se aplicou-se a metodologia e a coleta de dados por meio das diferentes documentações necessárias para captação disto, tal como: questionário, planilhas de resultados da ECO-GR, planilhas de observação e anotações, por meio das gravações do espaço aberto, dos comentários finais e sugestões dos participantes desta aplicação.

O depois se considerou os resultados da coleta de dados e por último, as discussões pertinentes dos mesmos.

Portanto, ao longo deste capítulo, têm-se os passos de como realizar uma aplicação prática de uma ferramenta num ambiente controlado, assim como, resultados dela no contexto desta investigação. Portanto, verificou-se na percepção de outras pessoas, que ferramenta ECO-GR considera variáveis ambientais e a sua empregabilidade no projeto conceitual do desenvolvimento de um produto que considera aspectos ambientais.

5. CONCLUSÕES

A busca de não comprometer o atendimento das necessidades das futuras gerações é o desafio para aqueles que examinam o desenvolvimento sustentável. Superar esse desafio depende da capacidade de responder à seguinte questão: Como atender melhor às necessidades humanas e ao mesmo tempo reduzir a pressão sobre os ecossistemas. Esta investigação endereçou por meio da literatura pesquisada muitas das possíveis respostas, sendo que muitas passam pelo processo de desenvolvimento do produto.

Por meio de um levantamento extensivo, mas não exaustivo, em tópicos de desenvolvimento do produto e nas características ambientais, compilaram-se os pontos relevantes deste inter-relacionamento num setor da indústria, o moveleiro. O setor moveleiro é um dos setores que mais utilizam mão de obra no Brasil, além de utilizar um dos materiais que mais impacta a natureza (i.e. madeira).

Constatou-se a importância dos requisitos ambientais nas etapas iniciais do desenvolvimento do produto. A tomada de decisão das equipes de projeto, nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento do produto, é relevante para a seleção de concepções mais eficientes e de menor impacto ambiental. Desta forma, menos custos seriam atribuídos no produto, final do projeto, decorrentes destas demandas. Nesta investigação, percebe-se a carência de uma ferramenta do tipo de guia de referência a ser utilizado no projeto conceitual e relacionado com aspectos ambientais de maneira que possa oferecer, à equipe de desenvolvimento do produto, as informações relevantes e aplicáveis em suas atividades de rotina.

A partir destas informações desenvolveu-se um modelo (estrutura da ferramenta proposta) e uma ferramenta (conteúdo da estrutura) do tipo guia de referência para ser utilizada no momento da formalização das alternativas pelas equipes de projeto da fase conceitual no desenvolvimento de produtos, que consideram aspectos ambientais. Por outro lado no modelo, procurou-se estabelecer uma abordagem diferenciada dos guias de referência no âmbito ambiental, que usualmente se apresentam como as melhores práticas de algumas empresas.

Assim, buscou-se endereçar na ferramenta intitulada “ECO-GR”, guias de referência nas categorias: Geral, Processo e Material. Inclui-se informações das estratégias do projeto para o meio ambiente, projeto para manufatura e projeto para montagem, além dos principais materiais utilizados, materiais renováveis e processos considerados de maior impacto, no setor moveleiro. Salienta-se que esta coleta de informações foi adaptada para o projeto conceitual do desenvolvimento do produto.

A ferramenta proposta passou por uma aplicação preliminar, a qual ilustra os princípios de trabalho da ferramenta. Uma aplicação experimental permitiu analisar e avaliar como a ferramenta foi percebida e utilizada por equipes de projeto numa situação em ambiente controlado, na qual foi fornecido um cenário de projeto de um determinado produto. A escolha de produtos dos pesquisadores Thames e Hudson, reconhecidos internacionalmente no âmbito ambiental, mostraram-se adequados para a aplicação prática e preliminar da ferramenta devido ao caráter ambientalmente correto que os mesmos possuem.

A receptividade das equipes de projeto quanto ao uso de uma ferramenta proposta contendo variáveis ambientais na etapa conceitual do desenvolvimento do produto, foi positiva. Assim, é possível inferir a ocorrência da incorporação de características ambientais como parte integrante do processo de desenvolvimento de produtos, na etapa conceitual, no setor moveleiro.

Pode-se concluir que a ferramenta proposta, mediante algumas adaptações, tem condições de ser utilizada na prática projetual, pois se trata de uma ferramenta que auxilia e direciona a equipe de projeto na escolha da alternativa com menor impacto ambiental.

Portanto, acredita-se ter atingido os objetivos desta investigação por meio da ferramenta proposta.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma sugestão para trabalho futuro desta investigação é dar continuidade as modificações da ferramenta proposta, conforme os aspectos sugeridos, pelos participantes do experimento (diagramação, *hiperlinks*, procedimento do uso, novos

processos, entre outros). Portanto, acredita-se que a ferramenta proposta não está concluída e assim, aceita novos conteúdos para o setor moveleiro e/ou para outro setor industrial, inclusive.

Dentro destas sugestões, enfatizar os guias de referência da categoria “Geral” e complementar os guias de referência das categorias “Material” e “Processo”, com outros *softwares* que trabalham ciclo de vida dos materiais envolvidos.

Por outro lado, poderiam ser utilizadas as informações da ferramenta ECO-GR para construção de indicadores específicos para cada categoria da ferramenta proposta.

Outra sugestão para trabalho futuro poderia ser uma investigação visando analisar o emprego de estruturas funcionais (i.e. formas, pesos, relacionamentos) utilizadas pro outras abordagens (e.g. Desdobramento da Função Qualidade - QFD).

5.2. LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO

Uma limitação da presente investigação consiste em não distinguir a importância relativa dos guias de referência em suas diferentes categorias. Logo, o usuário da ECO-GR pode dispende esforços em atribuir parâmetros ambientais ao produto, cuja importância relativa seja reduzida. Uma ação para mitigar esta limitação poderia envolver um ordenamento dos guias de referência a partir da experiência de projetistas no setor.

REFERÊNCIAS

AKIRA, Alexandre; SAKUMA, Anderson Cardoso; DAMBISKI, Lorena. MORETTI, Tássia Viol. Dossiê técnico. Bambu. Instituto de Tecnologia do Paraná. Instituto de Tecnologia do Paraná. Ago, 2007.22p. In: **Sistema Brasileiro de Resposta Técnica- SBRT** Disponível em: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie160.pdf?PHPSESSID=b2d65b9d71372fb2c93c9cf2b7d4f14e>> Acesso em: jul 2008.

AMMENBERG, J.; SUNDIN, E. Products in environmental management systems: drivers, barriers and experiences. In: **Journal of Cleaner Production**. v. 13, n.4, p. 405-415, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VFX-4BNVW8D-1/2/d6b7ae02272b115ba63a61b23da05497>> Acesso em: 25 jul. 2007.

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO-ABIMÓVEL. **Panorama do Setor Moveleiro no Brasil**. São Paulo, SP. 2006. 69p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO-ABIMÓVEL. **Portal**. Disponível em: < http://www.abimovel.com/?pg=n_vigente> Acesso em: 26 mai. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas De Gestão Ambiental-Especificação e Diretrizes para o Uso: **NBR ISO 14001**. Rio de Janeiro, RJ, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Cuidados no manuseio de painéis de madeira**. Artigo Técnico nº 05. 3p. Curitiba – PR. jul, 2003. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/sistadm/arquivos/14/Cuidados%20no%20manuseio%20de%20pain%C3%A9is%20de%20madeira.pdf>> Acesso em: jul 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **ABNT NBR 5985 - Papelão ondulado e caixas de papelão ondulado – Terminologia**. Disponível em: < www.abnt.org.br> Acesso em: abr.2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Estudo setorial (ano base 2006): Indústria de madeira processada mecanicamente**. 2007. Curitiba,PR. 40p. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/sistadm/arquivos/61/ESTUDO%20SETORIAL2007%20EM%20PORTUG%C3%8AS%20-%20PDF%20ABIMCI.pdf>> Acesso em: jul. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Painéis de madeira fabricados no Brasil e suas particularidades**. Artigo nº 01, 2008.. Curitiba,PR. 8p. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/sistadm/arquivos/21/Painéis%20de%20madeira%20fabricados%20no%20brasil.pdf>>. Acesso em: jul 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Novas tecnologias aplicadas**. Artigo Técnico Nº 14. jan 2004. Curitiba, PR. 4p. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/sistadm/arquivos/14/Novas%20tecnologias%20aplicadas.pdf>> Acesso em jul. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET- ABIPET. São Paulo, SP. 2007. Disponível em: < <http://www.abipet.org.br/> > Acesso em: jul. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PAINÉIS DE MADEIRA – ABIPA. 2008. Disponível em: < <http://www.abipa.org.br/> > Acesso em: jul 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Extrusão: Guia técnico do Alumínio**. 1ªEd., São Paulo,SP, 1990. 130p.

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO-ABIVIDRO. **Vidro**. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br/index.php/19>> Acesso em: jul 2008.

BAUMANN H, BOONS F, BRAGD A. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. In: **Journal of Cleaner Production**. v.10, n.5, p.409-25, mar. 2002. Disponível em:<

<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VFX-45BCP6C-2/2/03341f6e7055f751c674841c1dd2fb7f>> Acesso em: 01 ago. 2008.

BELINKY, A.; ECHEGARAY, F.; MATTAR, H.; RODRIGUES, G.; VELHO, C. **Pesquisa n. 7-2006**: como e por que os brasileiros praticam o consumo consciente. São Paulo: Instituto AKATU, 2007. 80 p. Disponível em: <http://www.akatu.net/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=section_tipo1&url=http://www.akatu.org.br/areas/publicacoes/inc_conteudo_publicacoes.asp > Acesso em: 05 out. 2007.

BERNECK S.A. **Catálogo de Produtos**. 2008a. Disponível em:< <http://www.berneck.com.br>> Acesso em: jul 2008.

BERNECK S.A. **Qualidade Tecnológica do MDP**. 2008b. Disponível em:< <http://www.berneck.com.br>> Acesso em: jul 2008.

BLUMM, Hédio; BERTARELLO, Maria Ballestrin. Dossiê Técnico. Pintura em móveis de madeira. Centro Tecnológico do Mobiliário-CETEMO / SENAI-RS. In: **Sistema Brasileiro de Resposta Técnicas – SBRT**. Porto Alegre, RS. nov.2006. 18p.

Disponível em: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie16.pdf?PHPSESSID=69530edef3ffd53d9f9fdf1582dd6b87>> Acesso em: jul 2008.

BOCH, Marcos; RODEL, Norma. Usinagem de MDF. Porto Alegre, RS, 2007. In: **Sistema Brasileiro de Resposta Técnica – SBRT**. Disponível em: <www.sbrt.ibict.br >Acesso em: jul.2008.

BOCH, Marcos Antonio. Dossiê Técnico: Montagem e Instalação de móveis. SENAI-RS: Centro Tecnológico do Mobiliário. Porto Alegre, RS. ago.2007. 18p. In: **Sistema Brasileiro de Resposta Técnico – SBRT**. Disponível em:< <http://sbrtv1.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie159.pdf?PHPSESSID=69530edef3ffd53d9f9fdf1582dd6b87>> Acesso em: jul 2008.

BRALLA, J. G. **Handbook of manufacturing processes**. 2007. Industrial Press Inc., New York, USA. 822p.

BREZET, H; VAN HEMEL, C. **Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption**. Paris: UNEP, 1997.

BROGNOLI, Ronei. Dossiê Técnico. Desenvolvimento da Qualidade na Reciclagem de Plásticos. Escola de Educação Profissional SENAI Nilo Bettanin-SENAI-RS, jun.2006.23p. In: **Sistema Brasileiro de Resposta Técnica- SBRT** Disponível em:<<http://sbrtv1.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie64.pdf?PHPSESSID=0522e9c65c2dffffdcbc1fccb7ae9ac02>>Acesso em; jul 2008.

BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. In: **Journal of Cleaner Production** 14(2006) 1420-1430.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS SENAI-CNTL. **Informativo CNTL SENAI**. Jun/jul,2008. Ano 7, nº 53. 3p. Porto Alegre, RS. Disponível em: <www.senairs.org.br/cntl > Acesso em: jul. 2008.

COHDA DESIGNS. **Catálogo do Produto**. Inglaterra, 2007. Disponível em: <<http://www.cohda.com/Videos-Items/Videos%20Media/Cohda%20Bottle%20Preparing.mov>> Acesso em: mai. 2008.

COMPENSADOS BOQUEIRÃO. **Especificações Técnicas do OSB**. Curitiba, PR. Disponível em:<<http://www.compensadosboqueirao.com.br/info.htm>> Acesso em: jul.2008.

CHAKRABARTI, A.; MORGENSTERN, S.; KNAAB, H. Identification and application of requirements and their impact on the design process: a protocol study. In: **Research in engineering Design**. v.15, n.1, p.22-39. mar.2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com.w10043.dotlib.com.br/content/2affmjjyathu03qp/?p=cf4161a4d1eb41c3b0d767810b499c26&pi=1>> Acesso em: 28 set. 2007.

CHEHEBE, José Ribamar B. **Análise do ciclo de vida dos produtos -ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark. Ed. 1998.104 p.

DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. **Tecnologia da Usinagem dos materiais**. 4ª Edição. São Paulo: Artliber Edirota, 2001. 249p.

INSTITUTE FOR ENGINEERING DESIGN. Ecodesign pilot. Viena, Austria, 2007. Disponível em: <
<http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ENGLISH/INFO/KONTAKT.HTM>> Acesso em: jun, 2007.

EGER, Priscila Vivian. **Madeira transformada e meio ambiente: os impactos causados pela indústria de madeira aglomerada**. (Trabalho de Conclusão) Curso Superior de Tecnologia em Móveis do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Orientador: Prof. Marcelo Real Prado. Curitiba, fev. 2005. 157p.

ELEOTÉRIO, Jackson Roberto. **Propriedades físicas e mecânicas de painéis MDF de diferentes densidades e teores de resina**. (Dissertação) Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo. Piracicaba,SP. Fev. 2000. 121p.

EMBRAPA. **Farelo de soja pode virar cola de madeira**. 2007. Brasília, DF. Disponível em: <
<<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2007/abril/foldernoticia.2007-04-09.3971798158/noticia.2007-04-12.2634711787/?searchterm=ADESIVOS%20MILHO>> Acesso em: jun. 2008.

EUCATEX – Disponível em: <
<http://www.eucatex.com.br/eucatex/descricao.asp?B2=&A1=9&A2=92>> Acesso em: jul 2008.

FAIRBANKS, Marcelo. Tintas. In: **Revista Química e Derivados**. Edição nº 404 de Maio 2002. Disponível em: <
<<http://www.quimicaederivados.com.br/revista/qd404/tintas6.htm>> Acesso em: jul 2008.

FARIAS, Marzely Gorges; SILVA, Ângela da; LANGER, Roberto. Ecodesign e Produção mais limpa: inovação em produto no APL madeira móveis. In: **1st International Workshop Advances in cleaner production. IV Semana Paulista de**

P+L. Conferência Paulista de P+L. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/first/ptbr/Site/home.htm>> Acesso em: jul 2008.

FERRAZ, E. **Ibama quer que fabricante de móveis usem outras madeiras da Amazônia para ajudar a conserva-la. Ecologia-Floresta na Sala. 2005.** Disponível em: < <http://www.designbrasil.org.br>> Acesso em: jul.2008.

FERREIRA, Ladimir; ROCHA, Rafael Valejo. **O móvel de eucalipto; uma forma de incentivar o uso de madeira reflorestada.** (Trabalho de Conclusão) Orientadora: Marilzete Basso do Nascimento. Curso Superior de Tecnologia em projeto de Móveis do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba-PR. Dez. 2003.

FIKSEL, J. **Design for environment: Creating Eco-efficient products and processes.** New York: MacGraw-Hill. 1996. 513p.

FILHO GUELERE, A.; ROZENFELD, H. Integrating ecodesign methods and tools into a reference model for product development. In: Sustainable Manufacturing IV Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering-USP. **Anais.** São Carlos-SP, 3-6 oct. 2006. 1 CD ROM.

FORMÓBILE-INFORMAÇÕES E NEGÓCIOS PARA A INDÚSTRIA MOVELEIRA. v.19, n.194, jun.2007.

FORMÓBILE-INFORMAÇÕES E NEGÓCIOS PARA A INDÚSTRIA MOVELEIRA. **Matérias-primas:Consumo do MDP cresce no Brasil** v.20, n.204, jun.2008a. 40-43p.

FORMÓBILE- INFORMAÇÕES E NEGÓCIOS PARA A INDÚSTRIA MOVELEIRA. **Matérias-primas:Fabricação com foco no aproveitamento.** v.20, n.204, jun.2008b. 40-46p.

FORMÓBILE- INFORMAÇÕES E NEGÓCIOS PARA A INDÚSTRIA MOVELEIRA. **Chão de Fábrica: Diferencie seu móvel com acabamento de qualidade.** v.21, n.205, jul.2008c. 36-41p.

FRANÇA, Sergio Luiz Braga ; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves . Produção Mais Limpa: A Sustentabilidade para as Micro e Pequenas Empresas. In: **CADMA** – 1º

Congresso Acadêmico sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro, 2004, Rio de Janeiro. CADMA – 1º Congresso Acadêmico sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro, 2004.

FURTADO, Marcelo. Base água ganha espaço no mercado de calçados e madeiras. In: **Revista Química e Derivados**. Disponível em: <<http://www.portalquimica.com.br/revista/qd413/adesivos2.htm>> Acesso em: jul 2008.

GERDAU AÇOMINAS. **Coletânea do uso de Aço**. 2º Ed. 2004. v.4. Disponível em: <http://www.gerdau.com.br/gerdauacominas/br/produtos/perfil/htmlperfis/pdfs/manual_arquitetura.pdf> Acesso em: jun. 2008.

GIANSANTI, R. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Atual, 2004.

GONÇALEZ, Joaquim Carlos; BREDA, Lílian de Cássia S.; BARROS, João Francisco M.; MACEDO Denízia Gonçalves; JANIN, Gerard; COSTA, Alexandre Florian da; VALE, Ailton Teixeira do. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. In: **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 329-341. 2006. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v16n3/A8V16N3.pdf>> Acesso em: jul 2008.

GRUNOW, Evelise. Ecologicamente correto. In: **Revista Projeto Design**, São Paulo, Ed. 271, set. 2002.

HEYMEYER, T.; OLIVEIRA, J. F. G. Sustainable manufacturing approach to machining processes at small and medium-sized enterprises in São Carlos / Brazil. In: Sustainable Manufacturing IV Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering. USP. **Anais**. São Carlos-SP. 3-6 oct. 2006. 1 CD ROM.

HOWARTH, G.; HADFIELD, M. A sustainable product design model. In: **Materials and design**. v.27, n. 10, p. 1128-1133, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6TX5-4G7X99T-1/2/2d7178e5bd8c4b81a413c3992de07aa6>> Acesso em: 30 set. 2007.

IWAKIRI, Setsuo, *et.al.* Utilização de extensores alternativos na produção de compensados multilaminados. In: **Ciência Florestal**, ano/vol.10, número 001. 2000.Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, RS-Brasil. 77-83p. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/534/53400105.pdf>> Acesso em; jul 2008.

JOAQUIM, Roberto; RAMALHO, José. Oxicorte: Técnicas do processo. In: **METALICA**. São Paulo, SP. 2007. Disponível em: <http://www.metallica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=706> Acesso em: jul 2008.

JOHANSSON, G. Success factors for integration of ecodesign in product development : A review of state of the art. In: **Environmental Management and Health**. v. 13, n. 1, 2002 p. 98-107. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Articles/0830130108.html>> Acesso em: 26 set. 2007.

JOHANSSON, G.; MAGNUSSON, T. Organising for environmental considerations in complex product development projects: implications from introducing a “Green” sub-project. In: **Journal of Cleaner Production**. v. 14, n.15-16, p.1368-1376, dez 2006. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VFX-4HWXJ50-3/2/1e3b2a6df7ff5455a6e602fdf0057d40> > Acesso em: 25 ago. 2007.

KARLSSON, R.; LUTTROP, C. EcoDesign: what’s happening?An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue. In: **Journal of Cleaner Production**. v.14, n. p.1291-1298, jan. 2006. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VFX-4J0WR9J-2/2/066526cbf64d13c037bfb60712a583c2> > Acesso em: 20 set. 2007.

KAWAMOTO, C. I.; SANTOS, F. C. A.; JABBOUR, C. J. C. Combining Eco-Design tools in the product development process. In: Sustainable Manufacturing IV Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering. USP. **Anais**. São Carlos-SP. 3-6 oct. 2006. 1 CD ROM.

KOCH, P. Wood versus nonwood materials in U. S. residential construction: some energy-related global implications. In: **Forest Products Journal**. v.42, n.5, p.31-42. may. 1992.

KOTLER, Philip; ARMSTRONG, Gary. **Princípios de Marketing**.. 9ª ed. São Paulo, SP: Prentice Hall. 2003. 117-146p.

LAMEGO, Manuela Mathieu. **Madeira de demolição: matéria-prima para o design de móveis**. (Trabalho de Conclusão) Curso Superior em tecnologia em Móveis do Departamento de Desenho Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Orientadora: Profa. Doutora Joselena de Almeida Teixeira. Curitiba, jun 2006. 81p.

LAVÉR, Hugh. **Tinta em Pó Curável por UV**. Ciba Specialty Chemicals Inc., Basileia, Suíça. Disponível em: <http://www.atbcr.com.br/espanhol/po_uv.htm> Acesso em: jul. 2008.

LÊ POCHAT, S.; BERTOLUCI, G.; FRÖELICH, D. Integrating ecodesign by conducting changes in SMEs. In: **Journal of Cleaner Production**. v.15, n.7, p.671-680. 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VFX-4M9H3JT-1/2/e4e43943582e6e53512cc4eceb961a60> > Acesso em: set. 2007.

LECHITZKI, Andréa. **O uso de madeira tropical brasileira certificada na produção do mobiliário**. (Trabalho de Conclusão) Curso Superior de Tecnologia em Móveis do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Prof.Orientadora, Jusmeri Medeiros. Curitiba, dez. 2006. 86p.

LIMA, Adriano José de; MAKISHI, Daniel Koki. **Alternativas para a destinação de resíduos de aglomerado e MDF em indústria moveleira de médio porte: estudo de casos em Curitiba e Região Metropolitana**. (Trabalho de Conclusão) Curso Superior de Tecnologia em Mecânica, modalidade Gestão da Manufatura. Departamento Acadêmico de Mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, mai. 2004. 55p.

LOFTHOUSE, V. Ecodesign tools for designers: defining the requirements. In:**Journal of Cleaner Production**. v.14, n. 15-16, 1386-1395p. jan. 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VFX-4J4HK80-1/2/33b6d14905b8421fa8b0902f853a228a>> Acesso em: set. 2007.

LUTTROPP, C.; LAGERSTEDT, J. Ecodesign and the ten golden rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. In: **Journal of cleaner Production**. 2006, n. 14. 1396-1408.

MACEDO, Fernanda Busnardo; FACHINETTO, Marina. **2015-Meu móvel sustentável**. (Trabalho de Conclusão) Curso Superior de Tecnologia em Design de Móveis do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Prof. Orientador: Marilzete Basso do Nascimento. Curitiba. Nov. 2006. 141p.

MACKENZIE, Dorothy. **Green design**: Design for the environment. Hong Kong: Laurence King Publishing, 1997. 2ed. 176 p.

MASISA. **Recomendações práticas do Masisa MDF**. Curitiba, PR. 2007. 25p. Disponível em: < <http://www.masisa.com> > Acesso em: ago. 2008.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Estudo da competitividade de cadeias integradas do Brasil: impactos de ações de livre comércio**. 2002. ESALQ, USP. Campinas, SP. Disponível em: < http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1201201979.pdf > Acesso em: jul, 2008.

MEDEIROS, J.; MENDES, M. F. Design e sustentabilidade: um caminho para a indústria artesanal. In: **Revista Tecnologia e Humanismo**. Ano 21, n. 32. Curitiba, PR. 2007.103-114p.

MENDES, Lourival. ALBUQUERQUE, Carlos. IWAKIRI, Setsuo. **A Indústria Brasileira de Painéis**. 2003. Disponível em: < <http://www.ufrjr.br> > Acesso em: jul, 2008.

METALICA. **Oxicorte**: Ficha técnica. Disponível em: <http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=706> Acesso em: jul 2008.

MEZZADRI FILHO, Ivo. Dossiê Técnico: Móveis de metal. Instituto de Tecnologia do Paraná. Jan 2007, 22p. In: **Sistema Brasileiro de Resposta Técnica – SBRT**. Disponível em: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie310.pdf?PHPSESSID=0522e9c65c2dfffdbc1fccb7ae9ac02>> Acesso em: jul 2008.

MORAES, Michele Macedo. Painéis de madeira. In: **Sistema Brasileiro de Resposta Técnica-SBRT**. CETEC - Minas Gerais. set. 2007.11p. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>> Acesso em jul 2008.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Pesquisa sobre produtos ecoeficientes**. Brasília-DF. 2001. Disponível em: < www.mma.gov.br > Acesso em: jul.2008.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF.2002. p.21-22

NÚCLEO DO AÇO INOX. **Comparação de propriedades físicas de diferentes materiais**. São Paulo, SP. 2008. Disponível em: <<http://www.nucleoinox.com.br/new/downloads/Compara%E7%E3o%20de%20Propriedades%20F%EDsicas.pdf> > Acesso em: jul.2008.

OTTO, Kevin N; WOOD, Kristin. **Product design**: techniques in reverse engineering and new product development. Cap. 15: Design for the environment. 2001. New Jersey-USA:Prentice Hall, Inc.719-779p.

PADILHA, Damas Ana Carolina; RODRIGUES, Flávia da Silva; SOUZA Coelho Simone das Graças. **Guia prático de corte laser e dobra CNC em chapas de metal aplicado para projetos de móveis**. (Trabalho de Conclusão) Curso Superior de Tecnologia em Móveis do Departamento acadêmico de Desenho Industrial do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Prof. Orientadora: Jusmeri Medeiros. Curitiba, PR. jun 2005. 125p.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design**: a systematic approach. Londres, Inglaterra: Springer: Verlag, 1996.

PIMENTA, Handson Cláudio Dias; GOUVINHAS, R. P.. Discussão sobre possíveis variáveis ambientais a serem inseridas no desenvolvimento de produtos para micro e pequenas empresas brasileiras. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 2007, Belo Horizonte. **Anais** do VI Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. v. 1. p. 83-83.

PIVA Dal, Ricardo. Dossiê Técnico: Processo de Fabricação de Móveis Sob Encomenda. Centro Tecnológico do Mobiliário – CETEMO/SENAI-RS. In: **Sistema Brasileiro de Resposta Técnicas – SBRT**. Porto Alegre, RS. jun.2006. 37p. Disponível em: < <http://sbrtv1.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie11.pdf?PHPSESSID=69530edef3ffd53d9f9fdf1582dd6b87> > Acesso em; jul 2008.

PORTAL DO MARCENEIRO. **Catálogo de produtos: sistema de pintura**. 2008. Londrina, PR Disponível em: <http://www.portalmoveleiro.com.br/catalogo/resultado_maquinario.html> Acesso em jul.2008.

PRÉ CONSULTANTS. **SimaPro LCA Software**. Amsterdam, Holanda. 1996-2008. Disponível em:< <http://www.pre.nl/simapro/default.htm> > Acesso em: ago. 2008.

RAMOS, J. **Alternativas para o projeto ecológico de produtos**. 2001. 163p. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. Florianópolis, SC. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/1167.pdf>> Acesso em: 10 out. 2007.

REMADE: PORTAL NACIONAL DA MADEIRA. **Tecnologia**. 2001-2008. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/pt/tecnologia.php#129>> Acesso em: mai.2008.

RIES G.; WINKLER R., ZÜST R. Barriers for a successful integration of environmental aspects in product design. In: **Proceedings**. First International Symposium on Environmental Conscious Design and Inverse manufacturing – “EcoDesign 99”; p.527-32; feb. 1-3, Tokyo, Japan; 1999. Disponível em: < <http://ieeexplore.ieee.org/iel4/6041/16131/00747668.pdf?tp=&isnumber=&arnumber=747668> > Acesso em: 20 set 2007.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, H. D.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo, SP: Editora Saraiva, 2006. 552p.

SANTIN, Antonio. Dossiê Técnico: processos de fabricação de protótipos de móveis. SENAI-RS: Centro Tecnológico do Mobiliário. Porto Alegre, RS. nov. 2007. 40p. In:

Sistema Brasileiro de Resposta Técnico – SBRT. Disponível em: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie242.pdf?PHPSESSID=69530edef3ffd53d9f9fdf1582dd6b87>> Acesso em: jul.2008.

SANTOS, Fernanda A. *et. al.* Processamento de Madeira Plástica. Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Instituto de Macromoléculas-IMA, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ. 2007. In: **Jornal de Plásticos Online.** Disponível em: <<http://www.jorplast.com.br/jpfev07/pag06.html>> Acesso em: jun.2008.

SANTOS, Aguinaldo dos.; UTIME, Ietícia Horiuchi. SAMPAIO, Cláudio Pereira de. **Aplicação da tecnologia CFG-Cussion Folder Gluer – no design de mobiliário para a habitação de interesse social.** 12p. Curitiba,PR, 2008. Disponível em: <http://www.embrart.com.br/p_e_d/cfg_social.pdf> Acesso em: abr.2008.

SILVA, E. L. S.; MENEZES, E. M. **Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação.** Florianópolis, SC. Laboratório de Ensino a Distância da Universidade Federal de Santa Catarina. 2000. Trabalho não publicado.118p.

SILVA, J. Manejo Florestal. In: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa.** 3º Ed. Brasília – DF. 2001. 50p.

SILVA, José de Castro. **Caracterização da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** Tese (Doutorado) de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 2002. 181p

TEIXEIRA, Joselena de Almeida. **Design e materiais.** 1999. Curitiba-PR, 324p.
TIEGHI, C. **Responsabilidade social é fator de competitividade.** 10 ago. 2006. Instituto Akatu. Disponível em: <<http://www.akatu.net/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1566&sid=84&tpl=view%5Ftip04%2Ehtm>> Acesso em: 26 set. 2007.

TINGSTRÖM, J. KARLSSON, R. The relationship between environmental analyses and the dialogue process in product development. In: **Journal of Cleaner Production.** v.14, n.15-16, p.1409-1419, jan. 2006. Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VFX-4HYV040-2/2/093f85dd6741615752e11659380b1814>> Acesso em: 20 ago. 2007.

TINGSTRÖM, J.; SWANSTRÖM, L.; KARLSSON, R. Sustainability management in product development projects – the ABB experience. In: **Journal of Cleaner Production**. v.14, n.15-16 , p.1377-1385, jan. 2006. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VFX-4J4B957-1/2/6bf3dc6cca0fef845cd8c5089dc075d9> > Acesso em: 10 ago. 2007.

THAMES; HUDSON LTD. **The eco-design handbook a complete sourcebook for the home and Office**. 2004. Londres, Inglaterra. 352p.

ULLMAN, D. G. **The mechanical design process**. 3ª Ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH & HUMAN SERVICES. **Usability**. Washington, DC. USA. 2008. Disponível em: < <http://www.usability.gov/pdfs/chapter3.pdf> > Acesso em: jun. 2007.

VALLEJO, S. Corte de MDF. In: **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT**. Banco de Respostas. Disponível em: < <http://www.respostatecnica.org.br> > Acesso em: Jun. 2008.

VEZZOLI, C; MANZINI, E. A strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the environmentally friendly innovation Italian prize. In: **Journal of Cleaner Production**. v.11. oct. 2002. 851-857p. Disponível em:<www.elsevier.com/locate/jclepro > Acesso em: jun. 2007.

VENZKE, Cláudio Senna. **A situação do ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS: Análise da postura e das práticas ambientais**. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRGS. Orientador Prof. Dr. Luis Felipe Nascimento. Porto Alegre, RS. 2002. 125p

VICK, Charles B. **Wood handbook—Wood as an engineering material**: Chapter 9: Adhesive bonding of wood materials. Disponível em: < <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr113/ch09.pdf>> Acesso em: mai. 2008.

WAAGE, S. A. Re-considering product design: a practical “road-map”for integration of sustainability issues. In: **Journal of Cleaner Production**. v. 15, n.7, p.638-649, 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VFX-4J2W0C1-2/2/e5488292eb4421151f5b49d8f300ef79>> Acesso em: 5 set. 2007.

WEISSENSTEIN, Christov. **Afiação de ferramentas para usinar madeira e seus derivados**. Bento Gonçalves-RS: SENAI/CETEMO, 1997. 370 p.

WIMMER Wolfgang. Ecodesign Online: The new internet tool for environmentally conscious product design. 2001. In: **IEEE**. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/7788/21396/00992356.pdf?tp=&isnumber=&arnumber=992356>> Acesso em: 6 nov. 2007.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Eco-efficiency**: creating more value with less impact. Genebra, 2001. 32 p. Disponível em: <http://www.wbcd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value-portuguese.pdf>. Acesso em: 15 set. 2007.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ANGELI, Aline. **Mimosa scabrella (bracatinga)**. (Dissertação) Departamento de Ciências Florestais. Orientação do Prof. José Luis Stape - ESALQ/USP. 14 nov.2003. Disponível em:

<http://www.ufgd.edu.br/~omard/docs/a_matdid/silvicultura/InfoBracatinga.htm>

Acesso em: jul 2008.

ARAÚJO, Claudiano Sales. **Avaliação e Seleção de Ferramentas de Desenvolvimento de Produtos**. Disponível em:

<<http://www.terra2.com/home/publicat/Paper%20-%20ENEGEP%2097.pdf>> Acesso

em: ago 2008.

AVEIRO, Ana Victoria Dominguez; CERCAL, Maria Letícia Parizotto Mormul. Dossiê técnico de Eucalipto. Instituto de Tecnologia do Paraná. Set, 2007.37p. In: **Sistema Brasileiro de Resposta Técnica- SBRT** Disponível

em:<<http://sbrtv1.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie188.pdf?PHPSESSID=b2d65b9d71372fb2c93c9cf2b7d4f14e>>

Acesso em; jul 2008.

BENADUCE, C. **Fabricação de Painéis de Média Densidade (MDF) a partir de Fibras de Eucalyptus grandis W. Hill Ex Maiden e Pinus caribaea Morelet var. hondurensis barret e Golfari**. Piracicaba, 1998. (Dissertação). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

CEMPRE- Disponível em:

<http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas.php?lnk=ft_vidro.php> Acesso em;

jun.2008.

ERNZER, M.; BIRKHOFFER, H. Environmental impact assessment in design or is it worth to carry out a full LCA? In: International Conference on Engineering Design(ICED), 3,2003, Stckholm. **Anais**. Stckholm:2003.

FIEL, C. FIEL, P. **Design do Século XX**. Taschen. Lisboa, Portugal. 2001.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. 1999. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 9-25p. Disponível em: <<http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr113/ch09.pdf> > Acesso em: abr.2008.

GELB, Michel J. **Aprenda a pensar com Leonardo da Vinci: Sete passos para o sucesso no seu dia-a-dia**. 1^o edição. Editora Ática: São Paulo-SP. 2000. 282p.

GRIGORIOU, A. Comparisons between médium density fibreboard and particleboard. In: **Holz als Roh und Werkstoff**, v.41, n.5, p.183-186, 1983. Resumo em CAB Abstracts on CD-ROM.

HEEMANN, Adriano. **O projeto conceitual de produto e a dimensão ambiental**. (Dissertação). Programa de Pós-graduação em Tecnologia do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Orientador. Prof. Dr. Kazuo Hatakeyama. Curitiba. Jul. 2001. 90p.

KINDLEIN, J. W.; PLATCHECK, E. R.; CÂNDIDO, L.H.A . **Analogia entre as metodologias de desenvolvimento de produtos atuais, incluindo a proposta de uma metodologia com ênfase no ecodesign**. Disponível em: <http://webmail.faac.unesp.br/~paula/Paula/analogia.pdf> Acesso em: jun 2008.

LORENZI, H. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Instituto Plantarium 4^a Ed. São Paulo, SP. v 1 e 2. 2002.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002. 366 p.

NASCIMENTO, Luis Felipe; VENZKE, Claudio Senna. 2006 **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental. Desafios e Perspectivas para as Organizações**. 1^o Edição. Editora Senac São Paulo. São Paulo. 2006.

MEDEIROS, Adriana de. **O processo de estruturação da personalidade dos microempresários diante dos problemas de avaliação tecnológica dos processos produtivos numa perspectiva de ecodesign**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

MÜLLER, Etienne; Martignago, Flávia. **Redesign: Sofá mundo da lua**. (Trabalho de conclusão) Curso de Tecnologia em Design Móveis. Departamento Acadêmico de

Desenho Industrial, Universidade Federal Tecnológica do Paraná – UTFPR. Curitiba, PR. 56p.

SAYERLACK INDÚSTRIA BRASILEIRA DE VERNIZES. **Técnicas e processos de pintura e envernizamento**. Cajamar, SP, 1999.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA-SBS. **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo, SP. 110p. dez. 2007. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>> Acesso em: jul 2008.

SPODE, G.; FRISONI, B. C. Metodologia reversa: o processo na contra-mão. Anais. In: **IV Congresso Internacional de Pesquisa em Design**. Rio de Janeiro, 11-13 outubro 2007. Disponível em: <http://www.anpedesign.org.br/artigos/pdf/metodologia%20reversa_o%20processo%20na%20contra%20....pdf> Acesso em: jun. 2008.

SUCHSLAND, O.; LYON, D. E.; SHORT, P. E. Selected properties of commercial medium-density fiberboards. In: **Forest Products Journal**, v.28, n.9, p.45-48, sep.1978.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. Division of technology, industry and economics. **Design for sustainability: A practical approach for developing economies**. Delt University of Technology – TUDelft. Paris, França. 2006. 125p. Disponível em: < www.io.tudelft.nl/research/dfs > Acesso em: jun 2007.

WEISS, Juliana Maria. **Estofados: Guia prático para produção**. Curitiba-PR, 2004. (Trabalho de conclusão) curso de Tecnologia em Móveis, do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial. UTFPR. 91p.

APÊNDICE A – ECO-GR-Geral

Este apêndice apresenta a ferramenta ECO-GR na sua categoria “Geral” em toda sua plenitude. Esta ferramenta considera as estratégias do projeto para o meio ambiente e os princípios para montagem.

APÊNDICE B – ECO-GR- Material

Este apêndice apresenta a ferramenta ECO-GR na sua categoria “Material” em toda sua plenitude. Esta ferramenta considerada os diferentes níveis das estratégias do projeto para o meio ambiente.

.

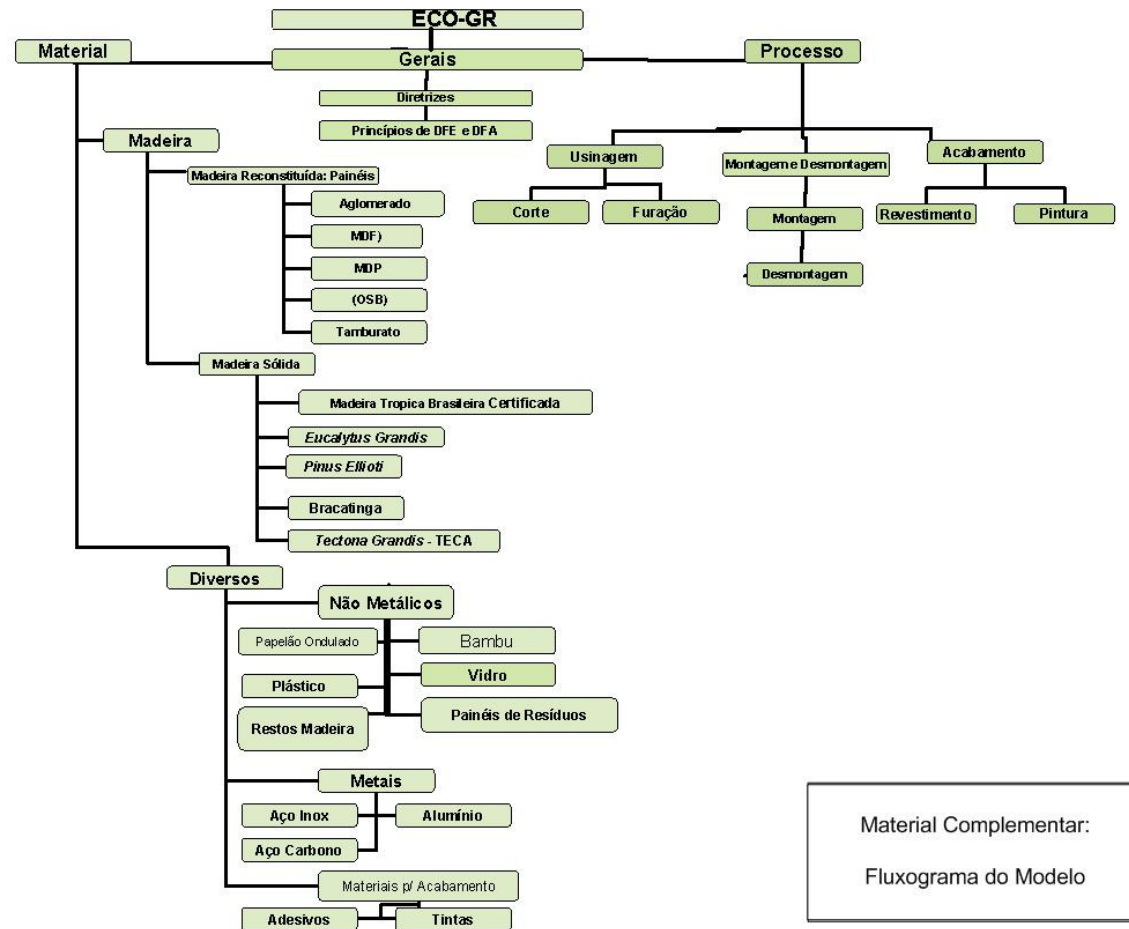
APÊNDICE C – ECO-GR-Processo

Este apêndice apresenta a ferramenta ECO-GR na sua categoria “Processo” em na íntegra. Nesta ferramenta foram considerados os princípios para projeto para montagem e projeto para manufatura.

APÊNDICE D – FLUXOGRAMA DO MODELO

No Apêndice D apresenta-se o fluxograma do modelo proposto com todas suas ramificações para melhor visualização do mesmo.

Apêndice D- Fluxograma da Ferramenta da ECO-GR



Material Complementar:
Fluxograma do Modelo

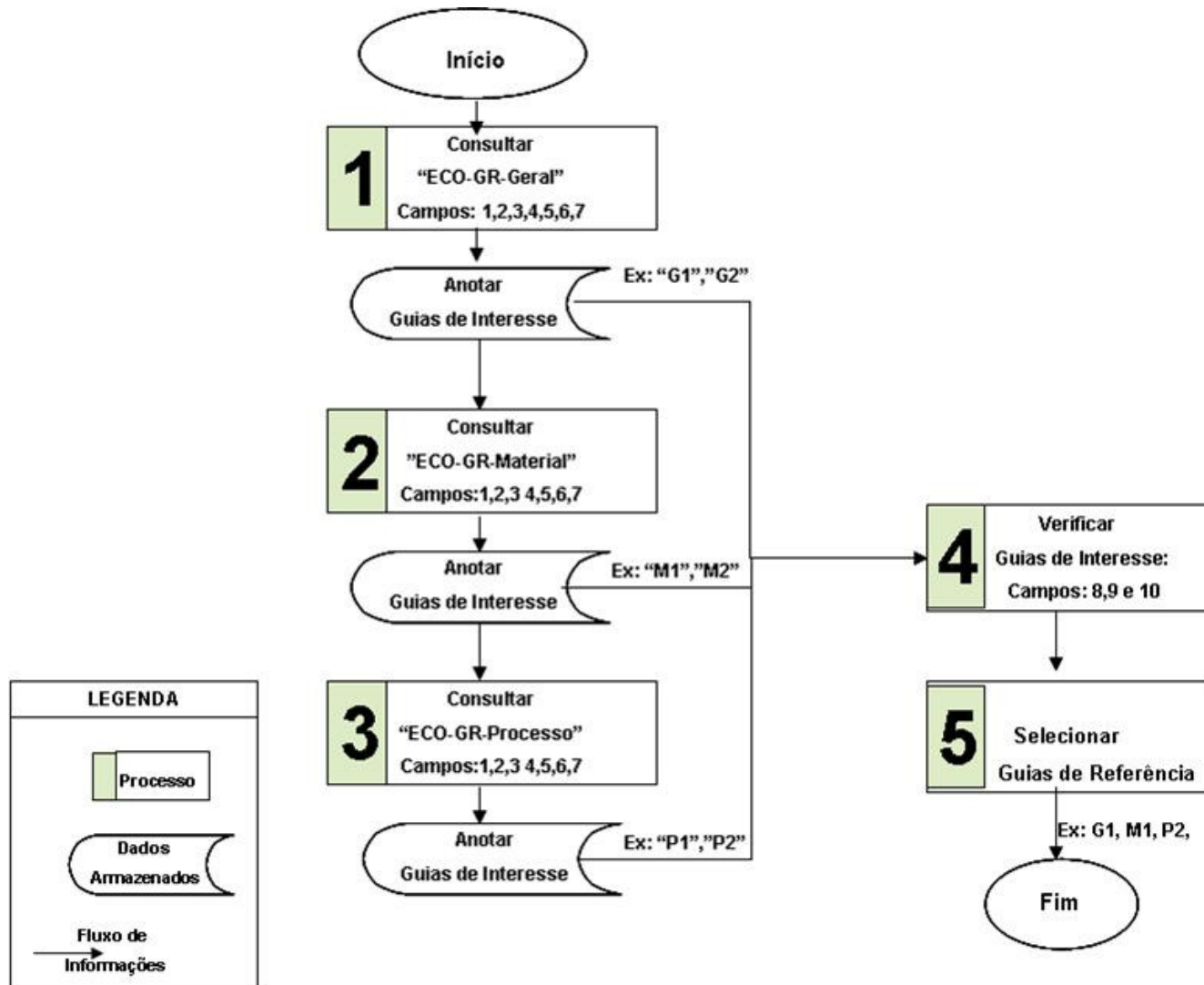
APÊNDICE E – ESTRUTURA DO MODELO

A seguir apresenta-se a estrutura do modelo proposto com todos os seus campos definidos e caracterizados por esta investigação.

Campo 1 - Título da Categoria								
Campo 2 - Tópico								
Campo 3 Classificação o do tópico	Campo 4 Nº Guia	Campo 5 Atributo	Campo 6 Recomendação	Campo 7 Justificativa	Campo 8 Descrição	Campo 9 Exemplo Aplicação	Campo 10 Fonte	

APÊNDICE F – PROCEDIMENTO DE USO DA ECO-GR

A seguir apresenta-se o procedimento de uso da ECO-GR, o passo a passo de como usar a ferramenta proposta.



APÊNDICE G – CONCEPÇÃO PROPOSTA DO PRODUTO

Na aplicação prática da ferramenta ECO-GR, com o objetivo de verificar a empregabilidade da ferramenta para um grupo de profissionais e estudantes, utilizou-se a concepção definida, apresentada neste apêndice, do produto escolhido para esta finalidade.

APÊNDICE H – ORIENTAÇÕES PARA EQUIPES 2, 3, 4 E 5

O apêndice H, mostra o material impresso sobre as orientações entregues para os participantes do experimento, equipes 2, 3, 4 e 5. Sendo que, tem numa primeira planilha intitulada “Participantes:O que fazer no experimento”, onde explica-se quais seriam as atividades dos participantes e quais seriam os resultados (preenchimento de planilhas). E para isto, adicionou-se um exemplo de preenchimento da ECO-GR – em todas suas categorias (GERAL/MATERIAL/PROCESSO) Ressalta-se que o preenchimento delas é individualmente, ou seja, por categoria.

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO –EQUIPE DE CONTROLE

Neste Apêndice I, encontra-se o questionário aplicado para a equipe de controle (equipe 1) na aplicação prática da ferramenta ECO-GR.

APÊNDICE J – LISTA DE PARTICIPANTES DO EXPERIMENTO

Neste apêndice J apresenta-se a lista dos participantes efetivos no dia do experimento.

Experimento - Lista de Participantes			
Nome	Formação	Experiencia	
1	Juliane de Bassi Padilha	Desenho Industrial - Projeto de Produto, especialização em Gestão de Desenvolvimento de Produto, Mestrado em Engenharia Mecânica.	8 anos. Projetista de Desenvolvimento de Produto na KS Design e Professora do Curso de Desenho Industrial da FAE.
2	Emerson Onishi	Engenharia Industrial Mecânica (UTFPR) - Empresa: VOLVO	5 meses de consultor. Empresa: VOLVO
3	Josmael Roberto Kampa	Tecnólogo Mecânico - Mestrando da Eng. Mecânica UTFPR.	9 anos, como Projetista.
4	Oksana Dib	Eng. Produção Civil - Mestre do Depto de Eng. Mecânica - UTFPR	2 anos. Atualmente Professora UTFPR - Depto de Construção Civil.
5	Amanda Barbosa	Eng. Produção Civil - Mestranda da Eng. Mecânica - UTFPR	4 anos - Área industrial - Empresa: TAYLOR OF CURITIBA
6	Gustavo Giacomet Kutianski	4º semestre Eng. Industrial Mecânica - UTFPR	Estudante
7	Vanessa Scherener	3º semestre Eng. Industrial Mecânica - UTFPR	Estudante
8	Marcio Lázari	Tecnólogo Mecânico- Mestrando da Eng. Mecânica - UTFPR	4 anos. Empresa: PROFICIENS (http://www.proficiens.com)
9	Guilherme Darella	Eng. Mecânico - UTFPR	2 anos em manutenção industrial. Empresa: ELECTROLUX

APÊNDICE K – COLETA DE DADOS – OBSERVAÇÃO - EQUIPES

Com o intuito de coletar os dados das equipes de trabalho foi elaborada esta planilha para facilitar a pesquisadora nas suas anotações.

OBSERVAÇÃO				
Anotações				
Equipe 1				
Equipe 2				
Equipe 3				

OBSERVAÇÃO				
Anotações				
Equipe 4				
Equipe 5				

APÊNDICE L – PLANILHA DE RESULTADOS DA EQUIPE DE CONTROLE

Neste apêndice L, tem-se a planilha em branco para o preenchimento dos participantes da equipe de controle, e assim, registram-se os dados elaborados pela equipe.

APÊNDICE M – QUESTIONÁRIO DAS EQUIPES 2,3,4,5

Neste apêndice M, apresenta-se outra forma de coleta de dados da aplicação prática da ECO-GR, como é o questionário aplicado nas equipes 2, 3, 4 e 5.

APÊNDICE N –ECO-GR -RESULTADOS DAS EQUIPES

A seguir apresenta-se os resultados da utilização da ECO-GR na concepção proposta do produto considerado ambientalmente correto das equipes de trabalho (2, 3, 4 e 5).

APÊNDICE O–PLANILHAS DE RESULTADOS DAS EQUIPES 2, 3, 4 e 5

Neste apêndice O, apresenta-se a planilha em branco para os resultados das equipes 2, 3, 4 e 5 da aplicação da ferramenta ECO-GR.

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DO CURSO DE DESIGN -UTFPR

Neste anexo apresenta-se o documento oficial da autorização do Chefe do Curso de Design da UTFPR , Profa. Eliane Betazzi Bizerril Seleme, na procura de participantes para o experimento desta investigação.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)