

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO E SISTEMAS**

**PÂMELA TEIXEIRA FERNANDES**

**MODELO DE REFERÊNCIA PARA  
PROCESSO DE *DESIGN* ORIENTADO À SUSTENTABILIDADE**

**CURITIBA**

**2017**



**Pâmela Teixeira Fernandes**

**MODELO DE REFERÊNCIA PARA  
PROCESSO DE *DESIGN* ORIENTADO À SUSTENTABILIDADE**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Osiris Canciglieri Junior, PhD.

**CURITIBA**

**2017**

Dados da Catalogação na Publicação  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR  
Biblioteca Central

Fernandes, Pâmela Teixeira  
F363m      Modelo de referência para processo de *design* orientado à sustentabilidade /  
2017      Pâmela Teixeira Fernandes ; orientador: Osiris Canciglieri Junior. – 2017.  
            297 f. : il. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba,  
2017

Bibliografia: 201-214

1. Produtos novos – Aspectos ambientais. 2. Sustentabilidade. 2. Ciclo de vida dos produtos Aspectos ambientais. Administração de produtos.- Aspectos ambientais. I. Canciglieri Junior, Osiris. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. III. Título.

CDD 20. ed. – 658.5752



Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Escola Politécnica

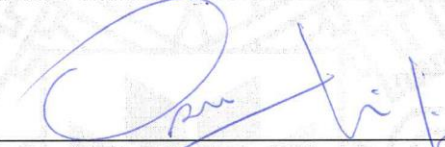
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS

## TERMO DE APROVAÇÃO

### Pâmela Teixeira Fernandes


#### MODELO DE REFERÊNCIA PARA PROCESSO DE DESIGN ORIENTADO À SUSTENTABILIDADE

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no Curso de Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



---

Presidente da Banca  
Prof. Dr. Osiris Canciglieri Júnior  
(Orientador)



---

Prof. Dr. Marcelo Rudek  
(Membro Interno)



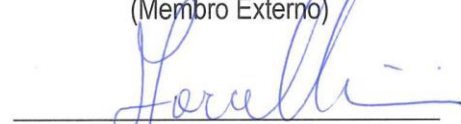
---

Prof. Dr. Gilberto Reynoso Meza  
(Membro Interno)



---

Profª. Dra. Carla Cristina Amodio Estorilio  
(Membro Externo)



---

Prof. Dr. Fernando Antonio Forcellini  
(Membro Externo)

Curitiba, 26 de setembro de 2017.

Rua Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho – CEP: 80215-901 - Curitiba - Paraná - Brasil  
Tel: +55 41 3271-2579 - [www.pucpr.br/ppgeps](http://www.pucpr.br/ppgeps)



## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível graças à colaboração das seguintes instituições e pessoas a quem dedico os meus sinceros agradecimentos:

Ao Franco, pelo amor, paciência e compreensão nos momentos difíceis, cujo apoio foi essencial para a conclusão deste trabalho.

À minha família, em especial aos meus pais, Claudia e Doralino, que apesar da distância, sempre estiveram presentes me incentivando a enfrentar o desafio.

Ao meu orientador Prof. Dr. Osiris Canciglieri Júnior, pela atenção e pela amizade ao longo dos anos em que estive sob sua orientação, e sobretudo, pela confiança e incentivo durante a realização deste projeto.

Aos colegas Casela e Paulo, pelo companheirismo, apoio e pelo maravilhoso trabalho que realizamos ao longo dessa jornada, e em especial a Rosana, que me acolheu como uma mãe ao longo de todos esses anos, compartilhando os momentos de alegria e apoiando nas dificuldades enfrentadas.

Agradeço a todos os membros da banca pelas valiosas contribuições para a tese e pela generosidade de terem compartilhado um pouco do seu conhecimento comigo.

A todos os especialistas que generosamente contribuíram com a sua avaliação e o seu conhecimento para o aprimoramento do modelo aqui proposto.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

A CAPES pelo apoio financeiro.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná que me proporcionou uma experiência incrível de aprendizagem e de vida, desde minhas primeiras aulas ainda na graduação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da PUCPR pela oportunidade de realizar minhas pesquisas de Mestrado e Doutorado.

Por fim, agradeço a Deus, por ter me dado força e coragem para enfrentar esta jornada.





## RESUMO

A adoção de práticas sustentáveis no processo de desenvolvimento integrado de produtos (PDIP) já é vista como uma das principais estratégias que devem ser implementadas pelas empresas para garantir sua competitividade e ampliar seu mercado consumidor. Isso tem estimulado inúmeros esforços para melhorar o desempenho sustentável dos projetos em diversas áreas do conhecimento, e novas estratégias, metodologias e ferramentas têm sido propostas para auxiliar o processo de desenvolvimento dos produtos a inserir as considerações sustentáveis ao longo das suas atividades. Neste contexto, esta pesquisa buscou investigar quais conteúdos e/ou práticas devem compor um PDIP para que ele direcione um processo de criação e desenvolvimento de produtos orientado à sustentabilidade? A partir do desdobramento desta questão de pesquisa, o objetivo principal desta tese foi desenvolver um modelo de referência para o PDIP que oferecesse suporte ao processo de criação e desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade. Para tal desenvolvimento, primeiramente, foi realizada uma revisão de literatura onde foram investigados os conceitos e as práticas atuais adotadas nos processos de desenvolvimento de produtos sustentáveis. A análise desses resultados permitiu identificar os principais assuntos e práticas que devem ser abordados nos modelos de PDIP com foco em sustentabilidade, entre os quais se pode citar: a adoção de uma perspectiva integrada do processo, a abordagem do ciclo de vida completo do produto, a inclusão antecipada dos aspectos ambientais, o planejamento do *end-of-life* do produto, o trabalho das equipes multifuncionais, e a análise da interação usuário  $\times$  produto  $\times$  ambiente. Considerando esses resultados iniciais, foi proposto um modelo preliminar para um PDIP sustentável, que após testes e avaliações com especialistas da área, originaram o modelo de referência Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade. O modelo proposto é composto por três fases principais: Investigação e Planejamento, Projeto *End-of-life*, e Desenvolvimento e Execução. Estas fases são compostas por uma série de atividades que orientam o processo de criação e desenvolvimento do produto a considerar constantemente, e de maneira integrada as suas tarefas, questões que afetam a sustentabilidade dos projetos. Dessa forma, o processo de desenvolvimento incorpora aos requisitos do projeto e do seu produto final características propositalmente desenvolvidas para minimizar os impactos negativos que os produtos podem gerar sobre o ambiente e a sociedade como um todo ao longo do seu ciclo de vida. Complementarmente, o modelo apresenta uma estrutura e uma linguagem acessível aos seus usuários, e adota uma postura didática e instrutiva sobre a realização das suas atividades. Essas características possibilitam que o modelo possa ser utilizado tanto no meio acadêmico, como um instrumento de aprendizagem e estímulo da consciência sobre a responsabilidade dos produtos em relação aos impactos que a sua produção e consumo ocasionam, quanto nas empresas, como um incentivo ao uso de práticas no projeto de produtos direcionadas as questões sustentáveis.

Palavras-chave: Produtos sustentáveis. Processo de Desenvolvimento de Produtos. Modelo. *Design* de produtos.



## ABSTRACT

The adoption of sustainable practices in the integrated product development process (IPDP) is seen as one of the main strategies that must be implemented by companies to ensure their competitiveness and expand their consumer market. This has stimulated numerous efforts to improve the sustainable performance of projects in several areas of knowledge, and new strategies, methodologies and tools have been proposed to help the product development process to insert sustainable considerations throughout its activities. In this context, this research sought to investigate what contents and / or practices should compose a PDIP to guide a process of creation and development of products oriented to sustainability? From the unfolding of this research question, the main objective of this thesis was to develop a reference model for the IPDP that offered support to the process of creation and development of products oriented to sustainability. For such development, firstly, a literature review was carried out to investigate the current concepts and practices adopted in sustainable product development processes. The analysis of these results allowed to identify the main issues and practices that should be addressed in the IPDP models with a focus on sustainability, among which we can cite: the adoption of an integrated process perspective, the whole product life cycle approach, the early inclusion of environmental aspects, the end-of-life planning of the product, the work of cross-functional teams, and the analysis of the user vs. product vs. environment interaction. Considering these initial results, a preliminary model for a sustainable IPDP was proposed, which after tests and evaluations with specialists of the area, originated the reference model Design Process for Sustainability. The proposed model is composed of three main phases: Investigation and Planning, End-of-life Project, and Development and Execution. These phases are composed of a series of activities that guide the process of creating and developing the product to constantly consider, in an integrated way to its tasks, issues that affect the sustainability of projects. In this way, the development process incorporates into its design requirements and its final product characteristics purposely designed to minimize the negative impacts that the products can generate on the environment and society as a whole throughout its life cycle. In addition, the model presents a structure and a language accessible to its users, and adopts a didactic and instructive attitude about the accomplishment of its activities. These features enable the model to be used both in academia, as an instrument of learning and inducement of awareness about the products responsibility in relation to the impacts that their production and consumption cause, as well as in companies, as an incentive to use practices in product design oriented for sustainable issues.

Keywords: Sustainable products. Products Development Process. Models. Products design.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Método científico adotado para o desenvolvimento do modelo de referência	
Processo de <i>Design</i> orientado à Sustentabilidade. ....	30
Figura 2. Evolução histórica do <i>design</i> e da gestão da qualidade. ....	46
Figura 3. Abordagem <i>cradle-to-cradle</i> do ciclo de vida do produto.....	51
Figura 4. Abrangência das atividades do PDIP em relação as suas abordagens do ciclo de vida do produto. ....	52
Figura 5. Estágios do PDIP e suas principais áreas operacionais.....	59
Figura 6. Distribuição dos temas-chave relacionados as práticas de projeto de produtos sustentáveis dentro das três grandes áreas de atividades do PDIP .....	62
Figura 7. Atividades de projeto nas diferentes etapas do desenvolvimento de produtos. ....	86
Figura 8. Processo de <i>Design</i> no nível Operacional.....	88
Figura 9. Modelo genérico do Projeto e Desenvolvimento de Produto.....	90
Figura 10. Diagrama de possibilidades para o fluxo de atividades e informações no modelo de Projeto e Desenvolvimento de Produtos de Ulrich e Eppinger .....	93
Figura 11. DFE no Projeto e Desenvolvimento de Produtos.....	98
Figura 12. Visão global do desenvolvimento do ciclo de vida.....	110
Figura 13. Fluxo das informações e processos ao longo do ciclo de vida do produto e suas relações com as áreas de desenvolvimento e fases do ciclo de vida. ....	113
Figura 14. Estrutura genérica do processo do modelo.....	116
Figura 15. Processo de <i>Design</i> orientado à Sustentabilidade. ....	118
Figura 16. 1ª Fase: Investigação e Planejamento. ....	120
Figura 17. Exemplo de <i>storyboard</i> de produto.....	131
Figura 18. Análise do ciclo de vida de vasos de plástico para plantas. ....	132
Figura 19. 2ª Fase: Projeto <i>End-of-life</i> . ....	140
Figura 20. 3º Fase: Desenvolvimento e Execução – Etapa 3: Desenvolvimento Conceitual.....	145
Figura 21. Matriz de Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito. ....	150
Figura 22. 3ª Fase: Desenvolvimento e Execução – Etapa 4: Detalhamento Técnico. ....	161
Figura 23. <i>Storyboard</i> do produto: estudo para desenvolvimento do filtro de água ( <i>Briefing</i> de Projeto I).....	178

Figura 24. <i>Storyboard</i> do ciclo de vida do produto: estudo para desenvolvimento do filtro de água ( <i>Briefing</i> de Projeto I) .....	178
Figura 25. Detalhes do projeto do filtro de água ‘Meu filtro, minha vida’ ( <i>Briefing</i> de Projeto I) .....	179
Figura 26. Detalhes do projeto para purificador de água ‘Purifcleaner’ ( <i>Briefing</i> de Projeto II) .....	180
Figura 27. Estudos e esboços do projeto para filtro de água ‘Cristalino’ ( <i>Briefing</i> de Projeto I) .....	181
Figura 28. Sequência de montagem do filtro de água ‘Cristalino’: (a) disposição do produto dentro da embalagem, (b) reservatórios, peças e base / suporte, (c) sequência para encaixe das peças, (d) produto montado pronto para o uso ( <i>Briefing</i> de Projeto I) .....	181
Figura 29. Agrupamento de observações dos ‘Participantes’ referente às questões Q11 a Q28 do questionário de avaliação do modelo. ....	183
Figura 30. Agrupamento de observações dos ‘Participantes’ referente às questões: (a) 11 a 18 que abordam os aspectos gerais de conteúdo e apresentação do modelo, (b) 20 a 24 que abordam a importância das atividades propostas no modelo, e (c) 25 a 29 que abordam as dificuldades enfrentadas para a execução das atividades propostas no modelo. ....	186
Quadro 1. Fases da pesquisa, objetivos e procedimentos adotados .....	32
Quadro 2. Sete revoluções na mudança de paradigma.....	45
Quadro 3. Principais estágios do processo de <i>design</i> .....	49
Quadro 4. Principais definições de PDP encontradas na literatura.....	57
Quadro 5. Abordagens sobre os modelos de PDP e autores correlacionados.....	58
Quadro 6. Hierarquia do gerenciamento de resíduos segundo a <i>Waste Framework Directive</i> (2008/98/EC).....	77
Quadro 7. Estratégias EOL e a hierarquia de gerenciamento de resíduos. ....	78
Quadro 8. Etapas de um projeto de <i>design</i> .....	84
Quadro 9. Classificação das atividades do projeto, segundo o modelo de Baxter (2011) .....	86
Quadro 10. Processo genérico de desenvolvimento de produto. ....	91
Quadro 11. Estágios do MSDS e seus respectivos objetivos e processos.....	94
Quadro 12. Classificação das categorias de produtos .....	126
Quadro 13. Documento <i>Feedback</i> Etapa 1: Requisitos para o projeto .....	134

Quadro 14. Documento <i>Feedback</i> Etapa 2: Planejamento EOL do produto.....	143
Quadro 15. Documento <i>Feedback</i> Etapa 3: Projeto conceitual do produto .....	152
Quadro 16. Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis .....	154
Quadro 17. Recomendações de Projeto para Bens de Uso Rápido .....	156
Quadro 18. Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores.....	157
Quadro 19. Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Consumidores .....	159
Quadro 20. Documento <i>Feedback</i> Etapa 4: Informações para a produção .....	170
Quadro 21. Descrição das atividades realizadas no Experimento I.....	176
Quadro 22. Relação das equipes formadas e seus integrantes.....	177





## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E HIPÓTESE DE PESQUISA .....	19
1.2	PERGUNTA DE PESQUISA .....	21
1.3	OBJETIVO DA PESQUISA.....	21
1.4	JUSTIFICATIVA.....	22
1.5	MOTIVAÇÃO .....	23
1.6	CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS DA PESQUISA.....	26
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	27
<b>2</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>29</b>
2.1	MÉTODO CIENTÍFICO .....	29
2.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	31
2.3	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS ADOTADOS.....	34
2.3.1	<b>Pesquisa Bibliográfica .....</b>	<b>34</b>
2.3.2	<b>Estudo de Caso .....</b>	<b>35</b>
2.3.3	<b>Observação Direta Intensiva .....</b>	<b>37</b>
2.3.4	<b>Observação Direta Extensiva.....</b>	<b>37</b>
2.3.5	<b>Análise de Agrupamento .....</b>	<b>39</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>41</b>
3.1	SUSTENTABILIDADE .....	41
3.1.1	<b>Sustentabilidade e o Desenvolvimento Sustentável .....</b>	<b>41</b>
3.1.2	<b>A sustentabilidade no desenvolvimento de produtos.....</b>	<b>42</b>
3.2	<i>DESIGN</i> .....	46
3.2.1	<b>O Processo de <i>Design</i> .....</b>	<b>48</b>
3.3	CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS .....	51
3.3.1	<i>Life Cycle Assessment</i> .....	54
3.3.2	<i>Life Cycle Design</i> .....	55
3.4	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS.....	56
3.4.1	<b>Atores do Processo de Criação e Desenvolvimento .....</b>	<b>59</b>
3.4.2	<b>Assuntos abordados pelos modelos de PDIP .....</b>	<b>61</b>

3.4.2.1	Planejamento estratégico e inovação .....	62
3.4.2.2	Estratégias do projeto de produtos, extensão da vida do produto e PSS .....	64
3.4.2.3	Comportamento do consumidor e <i>benchmarking</i> .....	67
3.4.2.4	Gerenciamento do projeto.....	68
3.4.2.5	Processo criativo e seleção de conceito .....	70
3.4.2.6	Seleção de materiais.....	71
3.4.2.7	Projeto modular e arquitetura do produto .....	73
3.4.2.8	<i>Ecodesign</i> e desempenho dos requisitos ambientais.....	74
3.4.2.9	<i>End-of-life</i> : estratégias e abordagens .....	76
<b>3.4.3</b>	<b>Ferramentas Auxiliares ao PDIP .....</b>	<b>81</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Análise dos Modelos de PDP .....</b>	<b>83</b>
3.4.4.1	Modelo de Löbach .....	83
3.4.4.2	Modelo de Baxter.....	85
3.4.4.3	Modelo de El Marghani .....	88
3.4.4.4	Modelo de Ulrich e Eppinger.....	89
3.4.4.5	Modelo de Vezzoli, Kohtala e Srinivasan .....	94
3.4.4.6	Modelo de Platcheck <i>et al.</i> .....	95
3.4.4.7	Conclusões sobre as Abordagens dos Modelos de PDP .....	98
<b>4</b>	<b>ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>101</b>
4.1	NECESSIDADES E OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS .....	101
<b>5</b>	<b>ELABORAÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>105</b>
5.1	TÓPICOS-CHAVE PARA A ELABORAÇÃO DE MODELOS DE PDIP .....	105
<b>5.1.1</b>	<b>Estrutura dos modelos de referência .....</b>	<b>106</b>
5.2	O PROCESSO CONSTRUTIVO DO MODELO .....	108
<b>5.2.1</b>	<b>Análise do Ciclo de Vida .....</b>	<b>109</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Definição dos Atores e suas Atividades .....</b>	<b>111</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Definição da Estrutura do Modelo .....</b>	<b>115</b>
<b>6</b>	<b>PROCESSO DE <i>DESIGN</i> ORIENTADO À SUSTENTABILIDADE.....</b>	<b>117</b>
6.1	APRESENTAÇÃO DO MODELO.....	117
6.2	1ª FASE: INVESTIGAÇÃO E PLANEJAMENTO .....	119
<b>6.2.1</b>	<b>Plano de Marketing .....</b>	<b>120</b>

<b>6.2.2</b>	<b>Avaliação dos Concorrentes</b> .....	124
<b>6.2.3</b>	<b>Identificação da Categoria do Produto e Definição da Estratégia de Sustentabilidade</b> .....	125
<b>6.2.4</b>	<b>Avaliação das Questões Legais</b> .....	128
<b>6.2.5</b>	<b>Análise do Contexto do Produto</b> .....	129
<b>6.2.6</b>	<b>Análise do Ciclo de Vida</b> .....	132
<b>6.2.7</b>	<b>Identificação das Melhores Práticas Sustentáveis</b> .....	133
<b>6.2.8</b>	<b>Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto</b> .....	133
<b>6.3</b>	<b>2ª FASE: PROJETO <i>END-OF-LIFE</i></b> .....	139
<b>6.3.1</b>	<b>Definição da Estratégia EOL</b> .....	140
<b>6.3.2</b>	<b>Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do Produto</b> .....	142
<b>6.4</b>	<b>3ª FASE: DESENVOLVIMENTO E EXECUÇÃO</b> .....	144
<b>6.4.1</b>	<b>Desenvolvimento Conceitual</b> .....	144
6.4.1.1	Seleção das Recomendações de Projeto .....	145
6.4.1.2	Geração de Ideias .....	146
6.4.1.3	Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito .....	149
6.4.1.4	Planejamento das Ações de Marketing (considerações iniciais).....	151
6.4.1.5	<i>Feedback</i> Etapa 3: Projeto Conceitual do Produto.....	151
<b>6.4.2</b>	<b>Etapa 4: Detalhamento Técnico</b> .....	161
6.4.2.1	Projeto Preliminar.....	162
6.4.2.2	Avaliação dos Processos de Produção.....	163
6.4.2.3	Seleção dos Fornecedores .....	164
6.4.2.4	Projeto Detalhado .....	164
6.4.2.5	Plano de Produção .....	166
6.4.2.6	Desenvolvimento do Material Gráfico .....	166
6.4.2.7	<i>Feedback</i> Etapa 4: Informações para a produção.....	169
<b>7</b>	<b>AVALIAÇÃO DO MODELO</b> .....	<b>175</b>
<b>7.1</b>	<b>EXPERIMENTO: ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>175</b>
<b>7.1.1</b>	<b>Aplicação do Experimento</b> .....	<b>175</b>
<b>7.1.2</b>	<b>Resultados do Experimento (aplicação do modelo)</b> .....	<b>177</b>
<b>7.1.3</b>	<b>Avaliação do Experimento</b> .....	<b>182</b>
<b>7.2</b>	<b>AVALIAÇÃO DO GRUPO DE ESPECIALISTAS II</b> .....	<b>188</b>
<b>7.3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES SOBRE A AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS</b> .....	<b>191</b>

<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>195</b>
8.1	CONCLUSÕES .....	195
8.2	DELIMITAÇÃO DA TESE .....	199
8.3	TRABALHOS FUTUROS .....	200
	<b>RERERÊNCIAS.....</b>	<b>201</b>
	<b>APÊNDICE A - PONTUAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DE PROJETO .....</b>	<b>215</b>
	<b>APÊNDICE B - PERFIL DO GRUPO DE ESPECIALISTAS I .....</b>	<b>233</b>
	<b>APÊNDICE C - BRIEFINGS DE PROJETO .....</b>	<b>237</b>
	<b>APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MODELO SUBMETIDO AO GRUPO DE ESPECIALISTAS I .....</b>	<b>239</b>
	<b>APÊNDICE E - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS I .....</b>	<b>247</b>
	<b>APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MODELO SUBMETIDO AO GRUPO DE ESPECIALISTAS II.....</b>	<b>253</b>
	<b>APÊNDICE G - PERFIL DO GRUPO DE ESPECIALISTAS II.....</b>	<b>273</b>
	<b>APÊNDICE H - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS II.....</b>	<b>275</b>
	<b>ANEXO A – MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO .....</b>	<b>277</b>
	<b>ANEXO B – FASES, ATIVIDADES E TAREFAS DO MODELO PDO .....</b>	<b>279</b>
	<b>ANEXO C – ATIVIDADES, PASSOS E REFLEXÕES DO PDP DE ULRICH E EPPINGER .....</b>	<b>285</b>
	<b>ANEXO D – PROCESSOS, SUBPROCESSOS E RESULTADOS DO MSDS .....</b>	<b>289</b>
	<b>ANEXO E – FASES E ATIVIDADES DA METODOLOGIA DE <i>ECODESIGN</i> PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS.....</b>	<b>295</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o tema de trabalho da tese quanto a sua contextualização, hipótese investigada, problema de pesquisa e objetivos do estudo. Também aborda a justificativa e a motivação da pesquisa, as contribuições esperadas e a estrutura geral do documento.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E HIPÓTESE DE PESQUISA

Por muitos anos, com o decorrer da industrialização e a evolução da oferta e da demanda, as empresas tiveram como principal fator motivacional o desenvolvimento de bens e serviços que atendessem as necessidades e desejos dos consumidores. A competição pelo mercado foi resumida a melhorar a qualidade dos produtos, reduzir o tempo de mercado, propor custos competitivos e ser inovador (GEHIN *et al.*, 2008). Essa expansão do acesso aos produtos em conjunto com a explosão demográfica das últimas décadas contribuíram para o crescimento acelerado do consumo e suas consequências, como o aumento da demanda dos recursos naturais e das emissões poluentes lançadas sobre o planeta. Com isso, a geração de impactos negativos ao meio ambiente provocados pelo sistema de produção e consumo começou a levantar a discussão no meio acadêmico-científico, e estudos e debates internacionais passaram a considerar a deterioração e o esgotamento dos recursos naturais como um dos principais efeitos indesejáveis do desenvolvimento industrial (VEZZOLI *et al.*, 2014).

Hoje, a motivação das empresas continua a ser o desenvolvimento de bens e serviços, porém, não basta mais atender apenas as necessidades e desejos dos consumidores. A adoção de práticas sustentáveis pelas corporações já é vista como uma das principais protagonistas de suas estratégias e tem impulsionado o desenvolvimento de produtos mais eficientes e menos agressivos ao meio ambiente e à sociedade (FERNANDES, 2013).

Inúmeros esforços para a melhoria do desempenho sustentável dos projetos têm sido propostos em diversas áreas do conhecimento, e novas estratégias, metodologias e ferramentas vêm sendo criadas para auxiliar o processo de desenvolvimento dos produtos (PDP) a inserir as considerações sustentáveis ao longo das suas atividades. Uma das

principais evoluções ocorridas no PDP foi à adoção da filosofia de desenvolvimento integrado de produtos, que surgiu com o objetivo de coordenar as atividades existentes e conduzir de forma mais eficiente o processo de desenvolvimento, integrando a ele vários princípios abordados anteriormente de forma fragmentada, como: a visão por processos, o papel estratégico do desenvolvimento de produtos, a integração funcional, a simultaneidade das informações e das atividades, as equipes multifuncionais, a perspectiva do ciclo de vida, entre outros (MENDES, 2008; ROZENFELD *et al.*, 2006). Essa nova perspectiva do processo de desenvolvimento integrado de produtos (PDIP) foi fundamental para que se abrisse espaço para as considerações sustentáveis nos projetos.

Segundo Mattioda *et al.* (2015) a abordagem das questões sustentáveis em modelos de PDIP ainda é recente, mas aponta para uma tendência de atuação estratégica dentro do processo, principalmente nas suas atividades iniciais. Os autores identificaram que a adoção dessas práticas começou a aparecer com maior concentração na literatura a partir de 2010, no entanto, a principal dificuldade apontada para a implementação dessas práticas nos projetos de produtos parece ser ainda a integração dos três pilares da sustentabilidade – os aspectos econômicos, ambientais e sociais.

Para Joore e Brezet (2015) o desenvolvimento de produtos exige das equipes de projeto a consideração de relações mútuas e complexas durante todo o processo. Os autores argumentam que cada vez mais *designers* e engenheiros, através da busca de soluções inovadoras e ecoeficientes, desempenham um papel fundamental para a construção de uma sociedade mais sustentável. Neste sentido, Marchand e Walker (2008) alegam que o desenvolvimento de produtos sustentáveis está essencialmente relacionado com o consumo de bens, e neste ponto, os projetistas podem e devem incentivar hábitos de consumo mais sustentáveis através do desenvolvimento de produtos ecologicamente responsáveis.

Na literatura, o principal argumento dos autores é que as ações voltadas para a sustentabilidade dos projetos devem ser tomadas em suas primeiras atividades, como parte estratégica do seu planejamento, para que possam de fato contribuir com modificações nos produtos que gerem resultados significativos sobre as questões econômicas, ambientais e sociais (MAXWELL; VAN DER VORST, 2003; GUIMARÃES, 2012; HALLSTEDT *et al.*, 2013). Para isso, é fundamental que a perspectiva completa do ciclo de vida dos produtos seja adotada, e que os possíveis impactos por eles causados possam ser analisados e prevenidos desde os processos de extração das matérias-primas utilizadas na sua produção, até os processos de recuperação destes mesmos materiais após o final da sua vida útil (GEHIN *et al.*, 2008; ZARANDI *et al.*, 2011; UMEDA *et al.*, 2012).

Neste contexto é possível pressupor que os modelos de PDIP que abordarem essas questões tem grande potencial para auxiliar projetistas e empresas a melhorar o desempenho sustentável de seus produtos, processos e negócios. Perante esses fatos, considerou-se como orientação à pesquisa desenvolvida nesta tese a seguinte hipótese: *Com a inclusão dos requisitos de sustentabilidade nas etapas iniciais de planejamento e geração de ideias é possível aprimorar o processo de criação e desenvolvimento de produtos sustentáveis.*

## 1.2 PERGUNTA DE PESQUISA

Diante do cenário exposto e das constatações anteriormente discutidas, esta tese apresenta o seguinte questionamento:

*Quais conteúdos e/ou práticas devem compor um PDIP para que ele direcione um processo de criação e desenvolvimento de produtos orientado à sustentabilidade?*

## 1.3 OBJETIVO DA PESQUISA

A partir do desdobramento da questão de pesquisa acima apresentada, o objetivo principal desta tese é *desenvolver um modelo de referência para o PDIP que ofereça suporte ao processo de criação e desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.*

Para que este objetivo geral seja alcançado com êxito, esta pesquisa buscou alcançar anteriormente os seguintes objetivos específicos:

- a) Verificar na literatura as teorias, conceitos e princípios comuns aos modelos de desenvolvimento de produtos com foco em sustentabilidade;
- b) Identificar os pontos críticos e/ou lacunas do processo de criação dos produtos referentes à inserção das questões sustentáveis;
- c) Examinar as interações existentes entre os atores da equipe de projeto e as informações provenientes do ciclo de vida dos produtos;
- d) Desenvolver, testar e avaliar um modelo de PDIP preliminar para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

A urgência das organizações em incorporar princípios relacionados à sustentabilidade nos projetos de seus produtos foi dirigida inicialmente devido à necessidade de conformidade com normas regulamentares e ao aumento das políticas ambientais e legislações sobre as empresas e os produtores (STEAD; STEAD, 2000; GEHIN *et al.*, 2008; AJUKUMAR; GANDHI, 2013). Já hoje, as mais importantes influências sobre o desenvolvimento de produtos ‘verdes’ vem sendo originária da demanda do mercado e da pressão dos *stakeholders* (DANGELICO, 2015). Estes fatos têm representado um incentivo para as empresas aumentarem a oferta de produtos orientados à sustentabilidade, e essa inserção das considerações sustentáveis nas estratégias organizacionais pode ser vista como uma grande oportunidade de desenvolvimento de inovações dentro de um novo mercado de negócios (ELKINGTON, 2011).

Em termos de resultados positivos para as empresas, Dangelico (2015) aponta uma série de fatores motivacionais para as organizações ingressarem definitivamente no universo da produção sustentável, nos quais se destacam: (a) o aumento da procura por produtos sustentáveis; (b) a melhora da reputação no mercado e a obtenção de vantagem competitiva; (c) o aumento do volume de negócios, da quota de mercado e das vendas; (d) a redução de custos com uma maior produtividade e lucros mais elevados; e, (e) a diminuição das despesas com o consumo de recursos e eliminação de resíduos.

Embora alcançar a verdadeira sustentabilidade signifique integrar o *triple bottom line*<sup>1</sup> em todos os aspectos do negócio das organizações, quando se fala em desenvolvimento sustentável os requisitos ambientais são quase sempre os primeiros a serem lembrados. Com isso, a adoção de estratégias ambientais acaba sendo na maioria das vezes o primeiro passo das empresas para incorporar a sustentabilidade em suas práticas (HYNDS *et al.*, 2014). No entanto, Vezzoli e Manzini (2008) evidenciam que para se ter uma visão realista da redução

---

<sup>1</sup> O termo *Triple Bottom Line* (TBL) foi articulado por John Elkington em 1998, e sugere que o sucesso das corporações não deve ser medido apenas em termos financeiros, mas também pelos objetivos ambientais e sociais. Trata-se de uma ferramenta para integrar a sustentabilidade na agenda de negócios, equilibrando os objetivos econômicos tradicionais com as preocupações sociais e ambientais, criando uma nova dimensão do desempenho corporativo (MATTIODA *et al.*, 2013).



de impactos ambientais<sup>2</sup> é imprescindível que as soluções sejam tanto economicamente viáveis quanto sócio culturalmente atraentes.

Mas como garantir que essas práticas mais sustentáveis sejam adotadas? A resposta a essa pergunta parece estar na tendência das atividades associadas ao desenvolvimento de produtos dos últimos anos. Cada vez mais os projetistas procuram encontrar respostas às necessidades dos consumidores por diferentes caminhos da sustentabilidade. Entretanto, projetar caminhos mais sustentáveis de produção e consumo não requer apenas modificações em projetos, mas uma mudança concomitante no comportamento dos consumidores e seus estilos de vida (FUAD-LUKE, 2004; VEZZOLI *et al.*, 2014).

Entre todas as mudanças que ainda veremos, de acordo com Elkington (2011) pode-se dizer que duas já são fatos concretos: (i) a transição para a sustentabilidade irá exigir uma reestruturação radical nas empresas que sobreviverem a essas mudanças; e, (ii) essas mudanças fornecerão milhares de oportunidades para novos negócios. Assim, as empresas que engajarem seus *stakeholders* a compartilhar esse novo caminho e se posicionarem a frente de seus concorrentes, sobretudo nos três pilares da sustentabilidade (aspectos econômicos, sociais e ambientais), terão muito mais chances de conquistar novos clientes.

## 1.5 MOTIVAÇÃO

Quando se fala em ciência, em pesquisa, em descoberta, a busca pelos fatos e pela sua comprovação é imprescindível e as respostas técnicas e científicas são fundamentais. No entanto, essa busca pelo conhecimento exige mais do que uma simples comprovação de fatos. Exige que uma reflexão mais profunda do que é o verdadeiro trabalho de um pesquisador, o que ele, como um representante da sociedade que é em grande parte responsável pelo desenvolvimento do conhecimento, pode e deve fazer pelo bem estar humano, assim como por todos os seres e ecossistemas existentes no planeta.

---

<sup>2</sup> Considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e, a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Apesar de no meio acadêmico serem inúmeros os estudos relacionados aos impactos que a atividade humana tem provocado sobre as condições de vida, poucas são as vezes que temos a oportunidade de presenciar declarações que buscam comunicar-se verdadeiramente com todas as camadas da sociedade. Não apenas por se tratar de uma figura ilustre, mas por ser um verdadeiro filósofo e se mostrar um grande defensor da humanidade, as declarações do Papa Francisco em sua Carta Encíclica são um chamado a todas as pessoas para repensar o seu papel no futuro do planeta.

A humanidade tem provocado mudanças sobre o planeta num ritmo contínuo e acelerado de degradação. Embora a mudança seja algo desejável e faça parte da evolução, é preocupante quando se transforma em deterioração do planeta e da qualidade de vida de grande parte da sua população. Hoje, a velocidade das ações humanas sobre o ambiente contrastam com o tempo da evolução biológica natural e revelam um grave problema, como argumenta vossa Santidade Papa Francisco (IGREJA CATÓLICA, 2015, p.18-19):

“[...] os objetivos desta mudança rápida e constante não estão necessariamente orientados para o bem comum e para um desenvolvimento humano sustentável e integral. [...] Na realidade a tecnologia, que, ligada à finança, pretende ser a única solução dos problemas, é incapaz de ver o mistério das múltiplas relações que existem entre as coisas e, por isso, às vezes resolve um problema criando outros. [...] Estes problemas estão intimamente ligados à cultura do descarté, que afeta tanto os seres humanos excluídos como as coisas que se convertem rapidamente em lixo.”

É fácil visualizar os efeitos nocivos que a cultura do consumo da nossa sociedade tem provocado. As mudanças climáticas, o desaparecimento da biodiversidade e a escassez de água potável já são uma realidade mundial há algum tempo. Vitor Papanek, em 1971, em seu livro intitulado *Design for Real World: Human Ecology and Social Change*, já discutia a responsabilidade que as empresas e os projetistas têm sobre os problemas trazidos pelo consumismo. Segundo o autor, os projetistas devem incluir o julgamento social e moral muito antes de começar a idealizar um novo produto, “o *design* pode e deve tornar-se um meio para os jovens participarem da mudança da sociedade” (PAPANEK, 1971). Paul Hawken (1993, apud ELKINGTON, 2011) afirma que mais do que um problema administrativo, a questão da sustentabilidade depende fundamentalmente do projeto: “para se aproximar de uma sociedade sustentável, precisamos descrever um sistema de comércio e de produção no qual cada envolvido e cada ato seja inerentemente sustentável e renovável”, “os projetistas atualmente tem mais potencial para diminuir a degradação ambiental que economistas, políticos, empresários e mesmo os ambientalistas” (CLARKE; GERSHENSON, 2007).

Embora as atividades atribuídas aos projetistas afetem diretamente a história de vida dos produtos, essas declarações são em grande parte superestimadas. No contexto de

desenvolvimento dos produtos os projetistas não são os únicos a tomarem as decisões, eles dividem suas responsabilidades tanto com as empresas e as políticas públicas, como com os próprios consumidores. Segundo Elkington (2011), as empresas só serão realmente sustentáveis quando as instituições e os mercados forem reprojatados para suportar e promover a sustentabilidade. É necessário que haja uma ação coletiva, desde os mais altos cargos de governança, responsáveis pelas exigências legais, pela cobrança da transparência dos custos reais da degradação ambiental e social, e também pelos incentivos de ações voltadas ao verdadeiro desenvolvimento sustentável (DOANE, 2004), assim como é necessário à participação global da população repensando suas atitudes em relação ao consumo em geral.

Apesar de ainda estarmos no início de uma mudança de hábitos que será inevitável, já podemos perceber um grande esforço, principalmente no meio acadêmico, em propor soluções para os problemas do consumo excessivo e alternativas para um desenvolvimento que proporcione benefícios para a sociedade. Atualmente, a reação da sociedade para a degradação ambiental está cada vez mais orientada para ações preventivas, e isso tem alterado substancialmente as pesquisas, que deixaram de ser voltadas as ações reativas e passaram a investir seus esforços de investigação e inovação na redução das causas da poluição na sua origem (VEZZOLI *et al.*, 2014). Assim, considerando nosso planeta como o cenário onde o seres humanos vivem em sociedade, juntamente com todos os ecossistemas necessários para a sua subsistência, surge a necessidade de se investigar como o processo de desenvolvimento de produtos pode contribuir para a manutenção sustentável desse sistema. Um dos pontos apontados por Vezzoli e Manzini (2008) é que o panorama sustentável chama em questão todo o modelo de desenvolvimento, ou seja, “nós devemos passar de uma sociedade onde o bem estar e a riqueza são medidos pela produção de bens e consumo, para uma (sociedade) em que as pessoas vivam melhor consumindo menos e onde o desenvolvimento econômico produza menos bens materiais”. Certamente está não será uma tarefa fácil, assim como ela também não é clara hoje; no entanto, mesmo as grandes mudanças precisam começar com um pequeno passo, e se os responsáveis pelo desenvolvimento de produtos tiverem em mente todas essas questões já será um começo promissor para essa longa caminhada.

## 1.6 CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS DA PESQUISA

Em meio a esse contexto de desenvolvimento de produtos orientados a sustentabilidade, a principal contribuição que este estudo pretende é propor um modelo de desenvolvimento que ofereça suporte a tomada de decisão nas etapas de criação e desenvolvimento de produtos, prevendo durante a execução de suas atividades a orientação do projeto sobre considerações que incluam questões relativas à sustentabilidade.

Dessa forma, pretende-se para o modelo, que a sua estrutura apresente de maneira clara as atividades previstas em suas fases e que as orientações para a sustentabilidade apareçam como uma atividade natural do processo, sem exigir um conhecimento específico e profundo sobre técnicas e ferramentas de avaliação de sustentabilidade. A grande meta do modelo está no incentivo ao uso de práticas no projeto de produtos direcionadas as questões sustentáveis, estimuladas principalmente pelo desenvolvimento da consciência sobre a responsabilidade que os produtos têm em relação ao ambiente e a sociedade, especialmente sobre as consequências e os impactos que a sua produção e consumo ocasionam.

E porque um *Processo de Design orientado à Sustentabilidade*?

Primeiramente, é um **Processo de Design** pelo significado semântico da palavra *design*. *Design* refere-se tanto a uma atividade, quanto ao próprio resultado dessa atividade, o que o caracteriza como um processo criativo, complexo, que exige comprometimento e capacidade de escolha (MOZOTA *et al.*, 2011). Assim, um ‘Processo de *Design*’ engloba os processos realizados para o desenvolvimento dos produtos em conjunto com os resultados formais (estéticos e funcionais) obtidos através desses processos.

Em segundo, ele é **Orientado à Sustentabilidade** porque o conceito de sustentabilidade adotado para este estudo é baseado nos preceitos do *triple bottom line*, que englobam os aspectos ambientais, sociais e econômicos. Como alcançar esse objetivo através de um modelo de desenvolvimento de produtos seria extremamente complexo e envolveria muitos outros fatores e considerações que vão além desse estudo, como as questões ligadas a cadeia de suprimentos, operações dos processos produtivos, logística, entre outros, os produtos desenvolvidos a partir da utilização deste modelo não abrangem a sustentabilidade plenamente.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O corpo deste trabalho de tese é constituído por oito capítulos, os quais apresentam os seguinte conteúdos:

O **Capítulo 1 – Introdução**, traz a contextualização onde se compreende o tema de pesquisa e a hipótese que orientou o desenvolvimento desta tese, apresentando o problema investigado e os objetivos estabelecidos para o estudo. Por fim, são expostas as justificativas e a motivação que inspiraram a autora a desenvolver a proposta aqui apresentada, e as contribuições que se pretende alcançar com o desenvolvimento da pesquisa.

O **Capítulo 2 – Procedimentos Metodológicos**, descreve a metodologia empregada ao longo da tese, a qual inclui: o método científico adotado para o desenvolvimento do modelo de referência, a classificação da pesquisa, e os procedimentos técnicos aplicados no decorrer da pesquisa.

O **Capítulo 3 – Fundamentação Teórica**, apresenta a revisão bibliográfica na qual são referenciados os principais temas abordados pela pesquisa, tais como: a perspectiva da sustentabilidade no desenvolvimento de produtos, o *design* e os seus processos, o ciclo de vida dos produtos, e por fim, o PDIP e suas abordagens e características.

O **Capítulo 4 – Estado da Arte**, discute as necessidades e oportunidades identificadas ao longo da revisão bibliográfica que subsidiaram a formulação do modelo proposto.

O **Capítulo 5 – Elaboração do Modelo de Referência** e o **Capítulo 6 – Processo de Design orientado à Sustentabilidade**, apresentam o processo utilizado para a construção do modelo e a sua configuração final, incluindo a discussão de todas as fases, etapas e atividades que o compõem.

O **Capítulo 7 – Avaliação do Modelo**, apresenta o experimento no qual se tem a aplicação prática do modelo proposto, e os processos de avaliação do modelo realizados por grupos de especialistas.

O **Capítulo 8 – Considerações Finais**, sintetiza os resultados da tese, apresentando as suas principais conclusões, a delimitação do estudo e as orientações para os trabalhos futuros.

À parte, constam ainda a bibliografia utilizada ao longo da pesquisa, os apêndices, os quais contém os materiais de suporte a pesquisa desenvolvidos no decorrer da tese, e os anexos, que apresentam detalhes sobre alguns dos modelos de PDP discutidos na pesquisa.



## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta a metodologia empregada ao longo da tese, incluindo o método científico adotado para o desenvolvimento do modelo de referência, a classificação da pesquisa, e os procedimentos técnicos aplicados no decorrer do estudo.

### 2.1 MÉTODO CIENTÍFICO

Ao longo da história da humanidade a pesquisa científica tem sido utilizada em diversos campos do conhecimento para compreender os fatos e os fenômenos que nos cercam. Trata-se de um procedimento sistemático, reflexivo, controlado e crítico, que se utiliza de métodos e técnicas direcionadas a investigação de um tema específico, para descobrir novos fatos, dados, relações e leis em qualquer área do conhecimento a fim de conhecer a realidade (MARCONI; LAKATOS, 2003; GIL, 2010).

Na pesquisa científica, a metodologia pode ser definida como o conjunto de métodos e procedimentos técnicos que dirige o seu processo com o objetivo de analisar e avaliar as características desses vários métodos disponíveis, observando suas limitações ou implicações de sua utilização (DIÓGENES, 2005). Neste sentido, a pesquisa científica caracteriza-se por: (a) ter um roteiro minucioso e detalhado a ser seguido; (b) utilizar recursos, técnicas e procedimentos; (c) apresentar fases que devem ser respeitadas; e, (d) delinear um método científico que deve ser seguido com rigor ao longo e suas fases e etapas (VIANELLO, 2017). Dessa forma, o método científico adotado, as técnicas de pesquisa e a organização dos procedimentos para a formulação do constructo de uma tese devem estar alinhadas as suas necessidades específicas, direcionando a um processo de investigação intenso sobre um determinado tema a fim de produzir um novo conhecimento e contribuir aos conhecimentos científicos já existentes (VIANNA, 2001).

O objetivo desta tese é desenvolver um modelo de referência para PDIP que ofereça suporte ao processo de criação e desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade. Para tal, seu desenvolvimento foi fundamentado a partir de modelos de PDIP com objetivos similares disponíveis na literatura, associados à análise de novas abordagens sobre modelos de PDIP com foco em sustentabilidade, atores envolvidos neste processo e as perspectivas do

ciclo de vida dos produtos. Dessa forma, os requisitos desejáveis no modelo foram estabelecidos a partir de um conjunto de princípios que visam integrar as atividades e os respectivos responsáveis pelo seu desenvolvimento de forma organizada e sistematizada a fim de inserir as questões relativas a sustentabilidade ao longo das etapas de projeto. A Figura 1 apresenta o método científico adotado neste estudo.



Figura 1. Método científico adotado para o desenvolvimento do modelo de referência Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade.



## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Gil (2010) classifica o método científico em: (a) tipo de natureza; (b) forma de abordagem do problema; (c) objetivos de pesquisa; e, (d) procedimentos técnicos.

De acordo com essa classificação, este estudo tem a natureza de pesquisa aplicada, pois abrange os estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito da sociedade em que o pesquisador vive. O propósito é gerar novos conhecimentos para aplicações práticas em uma situação específica por meio de teorias já formuladas, como orientação para investigar e restringir os fatos a serem estudadas de acordo com os objetivos de pesquisa e o contexto de investigação (MARCONI e LAKATOS, 2003).

Com relação à abordagem é qualitativa, pois visa uma compreensão detalhada de um determinado fato no contexto da situação investigada, a fim de proporcionar o conhecimento de informações para explicar em profundidade as características do objeto de pesquisa (GRAY, 2012). Segundo Oliveira (2012), a pesquisa qualitativa é embasada na análise de documentos bibliográficos e na observação dos participantes, que pode incluir entrevistas, questionários ou outros procedimentos técnicos necessários para a obtenção das informações. Neste caso, o pesquisador deve interpretar a realidade dentro de uma visão complexa, holística e sistêmica, onde os conceitos, as teorias e as descobertas são limitadas e aproximadas, em oposição ao antigo paradigma de pesquisa que preconizava a verdade absoluta das coisas.

Quanto ao objetivo científico, a pesquisa é classificada como exploratória por conduzir uma investigação que proporciona uma maior familiaridade com o problema a fim de aumentar a experiência, aprofundando o estudo para torná-lo mais explícito ou construir novas variáveis (GIL, 2010; OLIVEIRA, 2012).

Os procedimentos técnicos adotados nesta pesquisa incluem: pesquisa bibliográfica, estudo de caso, observação direta intensiva e extensiva (MARCONI e LAKATOS, 2003). O Quadro 1 ilustra os objetivos e procedimentos adotados referentes às várias fases da pesquisa, e cita os principais resultados obtidos ao longo do seu desenvolvimento.

Quadro 1. Fases da pesquisa, objetivos e procedimentos adotados

Fases da Pesquisa	Objetivos	Procedimentos Adotados	Resultados
<b>I. Observação</b> <b>1ª fase: estudos preliminares, primeiras investigações sobre o tema</b>	a. Conhecer as características dos diversos modelos de desenvolvimento de produtos e as relações existentes com os aspectos da sustentabilidade.	- Pesquisa Bibliográfica.	<i>Artigo:</i> Projeto integrado de produto orientado para a sustentabilidade: uma visão do desenvolvimento de produto sustentável (MATTIODA <i>et al.</i> , 2012).
	b. Analisar as inter-relações existentes entre o processo de desenvolvimento e as fases do ciclo de vida dos produtos, observando como ocorrem as trocas de informações entre suas etapas.	- Pesquisa Bibliográfica.	<i>Artigo:</i> Desenvolvimento integrado do produto e as inter-relações com o ciclo de vida (FERNANDES; CANGIOLIERI JUNIOR, 2013).
	c. Estudo Preliminar I: Desenvolvimento do modelo conceitual para um Método de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado à Sustentabilidade.	- Apresentação do modelo conceitual na etapa de defesa da Dissertação de Mestrado.	Dissertação de Mestrado: ‘Método de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado à Sustentabilidade’ (FERNANDES, 2013).
		- Estudo de Caso.	<i>Artigo:</i> <i>Sustainable Product Design: the development of a conceptual model</i> (FERNANDES; CANGIOLIERI JUNIOR, 2014).
		- Estudo de Caso.	<i>Artigo:</i> <i>Proposed method for sustainability development of consumable goods</i> (FERNANDES <i>et al.</i> , 2015).
		- Pesquisa Bibliográfica; - Estudo de Caso.	<i>Artigo:</i> <i>Method for Integrated Product Development oriented to Sustainability</i> (FERNANDES <i>et al.</i> , 2017).
<b>2ª fase: novas investigações sobre o tema</b>	d. Identificar as características das principais ferramentas de <i>ecodesign</i> .	- Pesquisa Bibliográfica.	<i>Artigo:</i> <i>Sustainable Product Development: ecodesign tools applied to designers</i> (FERNANDES; CANGIOLIERI JUNIOR, 2015).
	e. Conhecer como as questões referentes à sustentabilidade são abordadas nos modelos de PDIP.	- Pesquisa Bibliográfica.	<i>Artigo:</i> <i>Thoughts on product development oriented to sustainability in organizational overview</i> (MATTIODA <i>et al.</i> , 2015).

*continua...*

Quadro 1. Fases da pesquisa, objetivos e procedimentos adotados

Fases da Pesquisa	Objetivos	Procedimentos Adotados	Resultados
	f. Investigar os principais temas discutidos na literatura referente as práticas de desenvolvimento de produtos sustentáveis adotadas nos modelos de PDIP.	- Pesquisa Bibliográfica.	Artigo: <i>Sustainable Product Design – a study about the key themes for future of product development models</i> (FERNANDES; CANGIOLIERI JUNIOR, no prelo).
	g. Estudo Preliminar II: Desenvolvimento de um <i>framework</i> preliminar para a construção de um modelo de PDIP orientado a sustentabilidade.	- Pesquisa Bibliográfica.	Artigo: Requisitos de Projeto para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: uma Proposta de <i>Framework</i> (FERNANDES; MATTIODA, 2017).
<b>II. Hipótese</b>	Com a inclusão dos requisitos de sustentabilidade nas etapas iniciais de planejamento e geração de ideias é possível aprimorar o processo de criação de produtos sustentáveis.	- Resultados de pesquisas anteriores; - Observações; - Teorias existentes (literatura).	Proposição do modelo conceitual para o Desenvolvimento Integrado de Produto orientado à Sustentabilidade (modelo 'A')
	Avaliação do modelo conceitual proposto (modelo 'A')	- Apresentação do modelo conceitual à uma banca de doutores especialistas da área (Qualificação de Doutorado)	Correção do modelo conceitual e proposição do modelo de referência para desenvolvimento de produtos 'Processo de <i>Design</i> orientado à Sustentabilidade' (novo modelo 'B')
<b>III. Experimento</b>	Aplicação do modelo 'B' com Grupo de Especialistas I.	- Estudo de Caso; - Observação Direta Intensiva.	Primeiros resultados de avaliação do modelo (validação I).
<b>IV. Validação</b>	Validação I: Avaliação do modelo 'B' por Grupo de Especialistas I.	- Observação Direta Extensiva; - Análise de Agrupamento.	Análise dos resultados do experimento e dos questionários de avaliação respondidos pelo Grupo de Especialistas I. Realização das correções consideradas necessárias (novo modelo 'C').
	Validação II: Avaliação do modelo 'C' por Grupo de Especialistas II.	- Observação Direta Extensiva.	Análise dos resultados de avaliação do modelo 'C', respondidos pelo Grupo de Especialistas II. Proposição do modelo final.
<b>V. Teoria</b>	Proposição do modelo de referência para desenvolvimento de produtos 'Processo de <i>Design</i> orientado à Sustentabilidade'.	- Apresentação do modelo de referência na etapa de defesa da tese de doutorado.	Tese de Doutorado: 'Modelo de referência para Processo de <i>Design</i> orientado à Sustentabilidade'.

## 2.3 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS ADOTADOS

### 2.3.1 Pesquisa Bibliográfica

Utilizada para levantar as teorias existentes acerca do tema investigado, a análise bibliográfica é uma pré-condição para a realização de uma pesquisa sofisticada e substancial, pois permite visualizar a história do tema em investigação, ilustrando questões centrais e refinando o foco da pesquisa (GRAY, 2012). Trata-se de uma técnica de documentação indireta e desenvolve-se com base em materiais já elaborados como livros, artigos e teses, adotando um caráter exploratório em busca de maior familiaridade com o problema e aprimoramento de descobertas e ideias (MARCONI; LAKATOS, 2003; GIL, 2010).

Especialmente no caso de pesquisas avançadas e desenvolvimento de teses, onde se exige certo ineditismo e originalidade na contribuição, a revisão bibliográfica conduzida de forma sistemática e rigorosa garante o desenvolvimento de uma base sólida de conhecimento, possibilitando a evolução das teorias já existentes e a identificação de lacunas e oportunidades para novas pesquisas (WEBSTER; WATSON, 2002). Isso, de acordo com Conforto *et al.* (2011), exige a definição de uma estratégia e um método sistemático para realizar buscas e analisar resultados, de modo que possam ser replicados até que os objetivos da revisão sejam alcançados.

Neste estudo, a revisão bibliográfica foi conduzida ao longo da fase de ‘Observação’ a fim de investigar as características dos modelos de PDIP, suas relações com os aspectos relacionados à sustentabilidade e a inserção desses requisitos no processo de criação dos produtos, assim como as interações existentes entre os atores da equipe de projeto e as informações provenientes do ciclo de vida dos produtos. A partir dos resultados obtidos nessa investigação inicial foi desenvolvido um modelo conceitual para um Método de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado à Sustentabilidade (Estudo Preliminar I), o qual gerou uma série de publicações, citadas no Quadro 1.

Posteriormente a esta etapa, iniciou-se uma nova fase de investigação direcionada a verificação de questões diretamente ligadas a sustentabilidade nos projetos, as quais incluíram: ferramentas de *ecodesign* aplicadas aos projetistas, abordagens da sustentabilidade nos modelos de PDIP, e uma investigação sobre os principais temas discutidos na literatura referente as práticas de desenvolvimento de produtos sustentáveis adotadas nos modelos de

PDIP. Ao final desta fase foi desenvolvido o Estudo Preliminar II, que buscou identificar os requisitos de projeto necessários para a implementação de atividades direcionadas às questões da sustentabilidade no desenvolvimento de produtos. Os resultados desse estudo deram origem a uma proposta de *framework* preliminar para um modelo de referência de desenvolvimento de produtos sustentáveis (FERNANDES; MATTIODA, 2017).

Dessa forma, a partir das informações geradas nas pesquisas anteriores, a observação de seus resultados e a análise das teorias já existentes (GIL, 2010) formulou-se a hipótese deste estudo: *Com a inclusão dos requisitos de sustentabilidade nas etapas iniciais de planejamento e geração de ideias é possível aprimorar o processo de criação de produtos sustentáveis.*

### **2.3.2 Estudo de Caso**

O estudo de caso é uma técnica de investigação frequentemente aplicada no âmbito das ciências sociais, entretanto, ele pode ser usado em muitas situações para contribuir ao conhecimento sobre fenômenos individuais, grupais, organizacionais e sociais (YIN, 2010). O propósito de um estudo de caso é proporcionar uma visão global do problema ou identificar possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados (GIL, 2010).

Segundo Yin (2010) um estudo de caso pode lidar com uma ampla gama de evidências, como documentos, artefatos, entrevistas e observações. Ele é particularmente apropriado quando “faz-se uma questão do tipo ‘como’ ou ‘por que’ sobre um conjunto contemporâneo de acontecimentos sobre o qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle” (YIN, 2010). Essas duas características do estudo de caso foram determinantes para a sua utilização no experimento realizado nesta tese.

Os estudos de caso não apresentam uma estrutura fixa que deva ser seguida, no entanto, de acordo com Yin (2010) e Gil (2010) o seguinte conjunto de etapas costumam compor a maioria das pesquisas definidas como estudos de caso: (a) formulação do problema; (b) definição da unidade-caso; (c) determinação do número de casos; (d) elaboração do protocolo; (e) coleta de dados; (f) análise dos dados; e, (g) preparação do relatório.

Nesta tese, o estudo de caso foi adotado como um dos procedimentos de pesquisa para que os resultados obtidos através da realização do experimento gerassem informações mais

profundas a respeito do desenvolvimento de produtos orientados para a sustentabilidade (veja os detalhes no Capítulo 7). Dessa forma, o estudo de caso foi elaborado como segue:

- a. Formulação do problema:** com o objetivo de analisar o modelo proposto e a sua utilização por um grupo de especialistas, foi formulada a seguinte questão para o estudo de caso: ‘Porque a inclusão de requisitos de sustentabilidade nas etapas iniciais do PDIP auxiliam o aprimoramento do processo de criação de produtos sustentáveis?’
- b. Definição da unidade-caso:** a unidade-caso deve ser definida a partir do propósito de pesquisa do estudo de caso. Sendo assim, que de acordo com Stake (2000, apud GIL, 2010), este se trata de um estudo de caso coletivo, cujo objetivo é estudar as características de uma população (grupo de Especialistas I).
- c. Determinação do número de casos:** não existe uma regra geral para definir o número exato de casos necessários, uma vez que cada pesquisa contém particularidades únicas (GIL, 2010). Dessa forma, adotou-se nesta pesquisa o estudo de caso único, considerado por Gil (2010) apropriado em situações de pesquisas exploratórias. No entanto, cabe ressaltar que apesar da utilização de um caso único trata-se de um estudo de caso coletivo, que conta com a participação de vários indivíduos.
- d. Elaboração do protocolo:** o protocolo de pesquisa contém o instrumento, os procedimentos e as regras gerais que deveriam ser seguidas. De acordo com Yin (2010) é desejável possuir um protocolo para o estudo de caso em qualquer circunstância, mas ele é essencial apenas em projetos de casos múltiplos. Neste estudo, por tratar-se de um caso único, não foi desenvolvido um protocolo de pesquisa completo, apenas um planejamento do experimento, descrito em detalhes no Capítulo 7.
- e. Coleta de dados:** nos estudos de caso o uso de várias técnicas de coleta de dados é o que confere validade aos seus resultados (YIN, 2010; GIL, 2010). Dessa forma, dois procedimentos de coleta de dados foram adotados, a observação direta intensiva (observação participante) e a observação direta extensiva (questionário). Ambos os procedimentos são detalhados nos próximos tópicos.
- f. Análise dos dados:** os estudos de caso não apresentam sistematização para a análise dos dados devido a diversidade de fontes de dados disponíveis. Entretanto, Gil (2010) argumenta que é natural admitir que a análise dos dados seja de natureza predominantemente qualitativa. Nesta pesquisa, os dados coletados nos questionários foram analisados por meio de uma análise de agrupamento e foram confrontados com as anotações registradas pela pesquisadora através da observação participante. Esta análise é apresentada no Tópico 7.1.3

**g. Preparação do relatório:** os relatórios referentes a estudos de caso únicos tradicionalmente são elaborados sob a forma narrativas (GIL, 2010). Neste estudo, os resultados são apresentados juntamente com a análise dos dados, apresentados no Tópico 7.1.3.

### **2.3.3 Observação Direta Intensiva**

A observação participante é uma técnica de observação direta intensiva na qual os dados são gerados através da observação e escuta das pessoas em seu contexto natural a fim de descobrir os sentidos e interpretações que elas atribuem as suas próprias atividades (MARCONI e LAKATOS, 2003). O pesquisador assume o papel de membro do grupo pesquisado para compartilhar e experimentar experiências no seu universo (GRAY, 2012). O objetivo inicial é ganhar a confiança do grupo e fazer os indivíduos compreenderem a importância da investigação, sem ocultar o seu objetivo ou sua missão (MARCONI e LAKATOS, 2003). Neste estudo, a observação participante tem como meta analisar a utilização do modelo em proposição a fim de identificar as dificuldades encontradas pelos participantes e as possíveis melhorias que possam ser realizadas. A coleta de dados foi realizada de maneira não estruturada e os registros foram efetuados a partir das indagações apresentadas pelos participantes ao longo do experimento. Esses registros são discutidos no Tópico 7.1.3.

### **2.3.4 Observação Direta Extensiva**

Segundo Marconi e Lakatos (2003) a técnica de observação direta extensiva pode ser realizada através de questionários, formulários, medidas de opinião e atitudes, e técnicas mercadológicas. Neste estudo, esta técnica foi aplicada através de questionário em dois momentos distintos. Primeiro, como forma de avaliação do modelo apresentado no experimento, a fim de identificar seus pontos positivos e negativos, e analisar a percepção dos usuários (grupo de Especialistas I) em relação às atividades propostas no modelo. Segundo, como forma de avaliação do modelo revisado, a fim de verificar o modelo proposto com um grupo de especialistas da área (grupo de Especialistas II).

O questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série de perguntas que devem ser respondidas sem a presença do entrevistador. Recomenda-se enviar junto ao questionário uma nota ou carta explicando a natureza da pesquisa, sua importância e a necessidade de se obter as respostas, no sentido de tentar despertar o interesse do recebedor para que ele preencha e devolva o questionário dentro de um prazo razoável. Em média, os questionários expedidos pelo pesquisador alcançam 25% de devolução (MARCONI e LAKATOS, 2003). Segundo Chagas (2000) a elaboração de um questionário deve conter os seguintes tipos de informação: (a) identificação do respondente; (b) solicitação de cooperação; (c) instruções; (d) as informações que se pretende investigar; e, (e) as informações de classificação do respondente. Seguindo essas orientações, ambos os questionários foram elaborados da seguinte forma:

- I. Apresentação de uma nota explicativa a respeito do objetivo do questionário e das instruções para as respostas. Particularmente no caso do Experimento I, o conteúdo desta nota foi enfatizado verbalmente pela pesquisadora antes do envio do questionário em um dos encontros com os participantes do experimento, o que contribuiu para uma excelente taxa de retorno das respostas de 87,9%.
- II. Identificação e classificação do respondente. Essas informações foram coletadas para traçar um perfil dos participantes, incluindo informações como idade, formação acadêmica, experiência profissional, entre outras.
- III. Apresentação das questões a serem investigadas. A definição das questões a serem investigadas seguiu como referência o questionário proposto no trabalho de El Marghani (2011), na qual a autora propõe um modelo de PDP e avalia esse modelo através de um questionário submetido a um grupo de especialistas da área. Devido à similaridade apresentada pelo objetivo de ambas as pesquisas considerou-se apropriado a adoção de uma estrutura de questionário já testado e aplicado como uma referência de pré-teste. Na formulação das questões foi adotado o formato de resposta de múltipla escolha com uma escala Likert de cinco pontos. As alternativas de respostas apresentadas foram coletivamente exaustivas e mutuamente exclusivas, garantindo que os respondentes identificassem apenas uma alternativa como opção que representasse corretamente a sua resposta (CHAGAS, 2000). Complementarmente, as questões apresentavam uma sexta alternativa de resposta ‘Não sabe / Não opina’, dando a opção de o respondente abster-se da pergunta. Algumas questões ainda apresentavam uma subpergunta aberta para que os participantes deixassem seus comentários. Os Apêndices D e F apresentam os questionários enviados aos grupos de Especialistas I e II, respectivamente.



### 2.3.5 Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento (*cluster analysis*) é uma técnica de análise multivariada cuja finalidade é agregar objetos baseado em suas características. Assim, a análise de agrupamento classifica os objetos (elementos, indivíduos, tratamentos, genótipos, etc.) em grupos homogêneos segundo algum critério de similaridade predeterminado, onde os elementos pertencentes a um mesmo grupo serão homogêneos dentro de seus agrupamentos e heterogêneos entre os diferentes agrupamentos. Trata-se de uma análise descritiva, não teórica e não inferencial, utilizada principalmente como uma técnica exploratória (HAIR JR., 2009). O processo de agrupamento pode ser sintetizado em cinco etapas: (a) definição da medida de similaridade; (b) escolha do método de agrupamento (hierárquico ou não-hierárquico); (c) escolha do tipo de agrupamento para o método escolhido; (d) definição do número de grupos; e, (e) interpretação do resultado do agrupamento (SHARMA, 1996; GNANADESIKAN, 1997).

Neste estudo, a análise de agrupamento foi utilizada para averiguar as similaridades existentes entre as respostas dos participantes do experimento (Especialistas I), a fim de identificar a partir de suas avaliações sobre o modelo em proposição, características ou aspectos que possam ser relevantes para o seu aprimoramento. Para tal análise foi selecionado como método de agrupamento o Método Ward (hierárquico), o qual originalmente baseia-se na distância Euclidiana (similaridade), e cuja formação dos grupos se dá pela maximização da homogeneidade dentro dos grupos. Nesse método a distância entre os dois agrupamentos é a soma dos quadrados feita sobre todas as variáveis. Assim, em cada estágio do procedimento de agrupamento a soma interna de quadrados é minimizada em todas as partições, tendendo à formação de agrupamentos com um pequeno número de observações (HAIR JR., 2009). O resultado desses algoritmo de agrupamento é uma árvore de grupos denominada de dendograma, que mostra como os grupos estão relacionados. Pelo corte do dendograma a um nível desejado pode-se obter um aglomerado de itens de dados classificados em grupos separados (VIALI, 2017). No Apêndice E são apresentadas as simulações realizadas para a análise de agrupamento, e no Tópico 7.1.3 os resultados da análise são discutidos.



### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os temas pesquisados ao longo da literatura no qual foram baseados os conhecimentos aplicados no desenvolvimento do modelo proposto. A pesquisa apresenta uma linha teórica de investigação que parte da análise dos conceitos de sustentabilidade, *design* e de ciclo de vida do produto e avança para seu processo de desenvolvimento, avaliando suas características e aspectos relevantes abordados na literatura, os quais servirão como base teórica para a construção do modelo em proposição.

#### 3.1 SUSTENTABILIDADE

##### 3.1.1 Sustentabilidade e o Desenvolvimento Sustentável

A ideia de ‘sustentabilidade’ é originária de um conceito ecológico que reflete o comportamento prudente de um predador que evita superexplorar suas presas para garantir seu rendimento constante (ODUM 1971, apud BARTELMUS, 1994). Já o conceito de ‘desenvolvimento sustentável’ tem em sua origem a busca pela compreensão das relações críticas existentes entre a sociedade e o meio ambiente. Por se tratar de um tema que vem sendo discutido ao longo de um processo histórico de quase 50 anos, evidenciam-se também neste processo histórico diferentes abordagens conceituais.

A primeira menção a expressão ‘desenvolvimento sustentável’ foi apresentada no documento *World’s Conservation Strategy da International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*, em 1980 (BELLEN, 2006). Entretanto, o conceito mais amplamente difundido foi elaborado a partir da *World Commission on Environment and Development*, em 1987, e é apresentado pelo Relatório Brundtland como “um desenvolvimento que atende às necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (WCED, 1987). A nível planetário e regional, esse termo se refere as condições sistêmicas onde o desenvolvimento social e produtivo ocorre: (a) dentro da sua capacidade de absorver os efeitos do impacto humano sem causar deterioração irreversível; (b) mantendo os meios e o capital natural que será transmitido às gerações futuras; e, (c) com base na distribuição

igualitária dos recursos, seguindo o princípio de que todos têm os mesmos direitos ao espaço ambiental e acesso aos recursos naturais globais (VEZZOLI *et al.*, 2014).

A discussão sobre os temas que envolvem desenvolvimento sustentável e sustentabilidade pode ser vista como um dos assuntos mais abordados desta época em diversas áreas do conhecimento. O debate contemporâneo está em grande parte vinculado a visões específicas de aspectos distintos desses conceitos. Apesar disso, é possível identificar uma mesma linha de direcionamento entre os diferentes autores, “as definições de sustentabilidade devem incorporar aspectos de sustentabilidade econômica e ecológica juntamente com o bem estar humano” (BELLEN, 2006, p.33).

Neste estudo, não é objetivo fazer uma análise filosófica sobre todas essas definições, já que as abordagens podem variar em função do campo de pesquisa a qual estão inseridas. No entanto, é necessário adotar uma perspectiva para que a discussão sobre desenvolvimento de produtos sustentáveis tenha uma base conceitual e ideológica a ser seguida. A ideia de sustentabilidade aqui retratada aparece ligada ao conceito de equilíbrio dos aspectos econômicos, sociais e ambientais – os três pilares da sustentabilidade. Esses aspectos, dentro da visão empresarial, derivam do conceito do *triple bottom line* (TBL), que se concentra no desempenho da inter-relação entre as dimensões lucro, pessoas e planeta com suas atividades, processos e produtos, em um nível estrutural onde as organizações devem levar em consideração a responsabilidade corporativa (MATTIODA; CANGIOLIERI JUNIOR, 2013). A agenda TBL não se aplica apenas no valor econômico, mas também nos valores sociais e ambientais que as empresas adicionam ou destroem (ELKINGTON, 2004).

### **3.1.2 A sustentabilidade no desenvolvimento de produtos**

Quando se trata dos aspectos da sustentabilidade no contexto do desenvolvimento de produtos, as considerações ambientais e econômicas são as mais evidentes.

A sustentabilidade sob a perspectiva ambiental está relacionada aos impactos provocados pela atividade humana sobre os ecossistemas. A natureza é vista como a base na qual a espécie humana está assentada, o que implica na necessidade de manter a sua deterioração a um nível mínimo para que a capacidade do planeta em oferecer recursos também se mantenha (BELLEN, 2006). De acordo com Vezzoli *et al.* (2014) os impactos sobre o ambiente são originários da troca de substâncias entre a natureza e o sistema de

produção e consumo, e ocorrem de duas maneiras: (a) como *inputs*, ou seja, as entradas de materiais e energia no sistema de produção oriundos das extrações que ocorrem a partir do ambiente; e, (b) como *outputs*, ou seja, as saídas do sistema de produção que resultam na emissão de diversas substâncias para o ambiente. Essa relação de *inputs* e *outputs* expõe dois pontos críticos do sistema, a tendência ao esgotamento dos recursos para as gerações futuras e suas consequências sobre a economia e a sociedade, e a geração de efeitos negativos sobre o ambiente, como o efeito estufa, a depreciação da camada de ozônio, a eutrofização, a acidificação, a poluição do ar, o descarte de resíduos sólidos, entre outros. Ao observar essas relações de troca é possível identificar duas linhas de atuação fundamentais, a preservação dos recursos e a redução de emissões. Segundo Sachs (1991) deve-se limitar o consumo de combustíveis fósseis e outros produtos prejudiciais ao ambiente substituindo-os por recursos renováveis e menos agressivos, aumentar a eficiência dos recursos utilizados, diminuir a emissão de substâncias poluentes, e principalmente, adotar políticas de conservação de recursos e promover a auto restrição do consumo pelos países ricos e estratos sociais privilegiados em todo o mundo.

A sustentabilidade observada a partir da perspectiva econômica, apesar de remeter ao pensamento financeiro, não trata apenas das questões ligadas ao capital monetário. Como apresentado por Bellen (2006), para Rutherford (1997), Bartelmus (1995), Hardi e Barg (1997) a perspectiva econômica é muito mais complexa e deve considerar ainda o capital natural, o capital humano e o capital social. Bartelmus (1995) traz uma discussão da dimensão econômica alinhada ao contexto do desenvolvimento de produtos. Para o autor, os tradicionais meios utilizados pelo sistema financeiro para medir a riqueza dos países negligencia a escassez provocada pela utilização indiscriminada dos recursos naturais e a degradação do meio ambiente. Esses prejudicam a produção sustentável tanto de maneira econômica, quanto pelas suas consequências sobre o bem estar humano e a sociedade. De acordo com Vezzoli *et al.* (2014) em contextos industrializados muitos recursos naturais tem baixo custo, que não correspondem ao custo efetivo da sua utilização, como por exemplo, a remoção de madeira de áreas naturais que pode levar à erosão, perda de biodiversidade e outros efeitos negativos que não são calculados no preço de venda, mas que são um custo futuro para a sociedade.

Já na perspectiva social, também chamada de sócio ética, a ênfase está relacionada à presença do ser humano no planeta, sendo a sua maior preocupação o bem estar humano, a condição humana e os meios para aumentar a qualidade de vida dessa condição (BELLEN, 2006). O desenvolvimento deve ser visto em sua multidimensionalidade, abrangendo toda a gama de necessidades materiais e imateriais, e também de responsabilidades, tais como: (a) os

princípios e as regras da democracia, dos direitos humanos e da liberdade; (b) a conquista da paz e da segurança; (c) a redução da pobreza e da injustiça; (d) a melhoria do acesso à informação, a formação e ao emprego; e, (e) o respeito pela diversidade cultural, identidade regional e biodiversidade natural (SACHS, 1991; VEZZOLI *et al.*, 2014). O objetivo deve estar em construir uma sociedade com distribuição de renda equitativa, reduzindo a diferença entre os padrões de vida dos diversos níveis da sociedade, e melhorando substancialmente as condições de vida da população. Especialmente nesse contexto, o desenvolvimento de produtos por si só pode ter uma contribuição limitada, uma vez que os aspectos sociais são menos tangíveis e evidentes, e dependem mais da cultura e das estratégias adotadas pelas organizações. Como Chou *et al.* (2015) ressaltam, as empresas podem criar mais valor sustentável em seus produtos se conhecerem o contexto de vida de seus clientes, e assim, fornecerem soluções que reflitam o que realmente tem valor para eles.

Independentemente da política por trás do conceito de sustentabilidade adotado, sempre haverá um limite físico para o desenvolvimento de produtos, que implicará em menor ou maior grau em algum tipo de impacto, seja no ambiente ou na sociedade. Partindo desse ponto, pode-se dizer que as empresas são em grande parte responsáveis pela busca do equilíbrio dos três pilares da sustentabilidade, uma vez que elas são as principais articuladoras do mercado, desenvolvendo, lançando e promovendo os produtos para a sociedade. Para Elkington (2004) essa transição para um capitalismo sustentável será uma das evoluções mais complexas que a nossa sociedade já teve que enfrentar. À medida que avançamos para o terceiro milênio, embarcamos em uma revolução cultural global, onde os negócios, muito mais do que os governos e as organizações não governamentais, serão os condutores principais. Segundo o autor, essa mudança de paradigma está diretamente dependente de sete revoluções estreitamente ligadas (Quadro 2). Apesar disso, mesmo quando consideradas juntas, “essas sete revoluções não serão condições suficientes para a sustentabilidade global, mas certamente serão condições necessárias”, argumenta Elkington (2011).

Quadro 2. Sete revoluções na mudança de paradigma

	Velho Paradigma → Novo Paradigma	Mudanças
<b>1. Mercados</b>	Tendência → Competição	Os mercados tendem à abertura, com a livre competição, tanto em nível nacional quanto internacional. As empresas que se adaptarem mais rapidamente e observarem as oportunidades que essas mudanças oferecem sobreviverão. As questões abordadas pelo TBL são levadas cada vez mais em consideração, tanto por clientes quanto pelos mercados financeiros.
<b>2. Valores</b>	Rígido → Flexível	Os valores são vistos como dados pela maior parte da população. Contudo, os valores se modificam a cada geração, apresentando desafios e oportunidades às empresas. Diversas organizações sucumbiram devido à falta de preparo para lidar com a mudança de valores e a inclusão de novos temas na agenda, como meio ambiente e direitos humanos.
<b>3. Transparência</b>	Fechado → Aberto	As atividades das organizações têm sido acompanhadas cada vez mais de perto. Algumas formas de abertura serão voluntárias, mas outras serão mandatórias. A transparência exigida pela comunidade internacional já não está mais nas mãos das organizações, resultado dos novos sistemas de valores e tecnologias de informação avançadas.
<b>4. Tecnologia do ciclo de vida</b>	Produto → Função	Com a percepção de que a cadeia produtiva dos produtos pode causar impactos negativos significativos, as organizações começam a analisar não somente seus produtos, mas também todo o processo de produção, desde a extração da matéria-prima até a destinação final. Essa mudança advém das pressões cada vez maiores da sociedade e dos governos, tanto em questões de transparência e inclusão de novos temas na agenda.
<b>5. Parcerias</b>	Subversão → Simbiose	Organizações que antes competiam começam a enxergar novas formas de parcerias com o objetivo de alcançar o sucesso. Isso não significa que não haverá mais atritos e competição, e sim que as empresas tendem a realizar parcerias em novos contextos.
<b>6. Tempo</b>	Amplio → Longo	Frente ao desafio da sustentabilidade, a tendência é que o tempo seja analisado no longo prazo, ao pensar em décadas, gerações ou até mesmo séculos à frente. A utilização de cenários, ou visões alternativas do futuro são formas nas quais as organizações podem expandir seus horizontes de tempo.
<b>7. Governança corporativa</b>	Exclusiva → Inclusiva	A revolução da governança é uma confluência de todas as outras. As empresas adotam uma postura mais crítica com relação a sua própria existência e propósitos. Perguntas como “qual deve ser o balanço ideal entre os interesses dos <i>shareholders</i> e <i>stakeholders</i> ?”; “como balancear questões econômicas, sociais e ambientais?” são cada vez mais esperadas. Quanto melhor o sistema de governança corporativa, maiores são as chances de se alcançar o capitalismo sustentável. A experiência sugere que não bastam mudanças no processo e <i>design</i> dos produtos. A sustentabilidade e o TBL só serão realmente incorporados nas empresas quando seus pressupostos estiverem em seus DNAs.

Fonte: Lauriano (2012).

### 3.2 DESIGN

O palavra *design* aparece frequentemente no dia a dia com as mais diversas aplicações. A análise semântica do termo '*design*' revela a sua derivação do vocábulo em latim '*designare*', que significa '*designar*' e '*desenhar*' (DENIS, 2000). Na língua inglesa a palavra *design* mantém esses dois significados e dependendo do contexto pode significar tanto '*plano, projeto, processo e intenção*' quando nas fases analíticas e criativas, quanto '*esboço, modelo, motivo, decoração, composição visual e estilo*' quando na fase de execução. Dessa forma, o *design* pode referir-se tanto a uma atividade – o processo de *design* – quanto ao próprio resultado dessa atividade – a forma física de algum objeto (MOZOTA *et al.*, 2011).

A evolução do *design* ao longo dos anos contribui também para a evolução do seu próprio conceito. A primeira definição de *design* industrial<sup>3</sup>, apresentada no Congresso ICSID de Veneza em 1961, designava como sua função principal o projeto da forma de um produto (FASCIONI, 2003). Assim, por anos o foco das empresas foi produzir produtos e serviços melhores. Com a evolução dos processos, o aprimoramento dos níveis de qualidade e o aumento da concorrência, o projeto dos produtos passou a incorporar outros requisitos, buscando modos de diferenciação baseados em uma percepção mais abrangente das pessoas. Essa evolução do *design* deu-se paralelamente a evolução da gestão da qualidade nos projetos, como mostra a Figura 2.

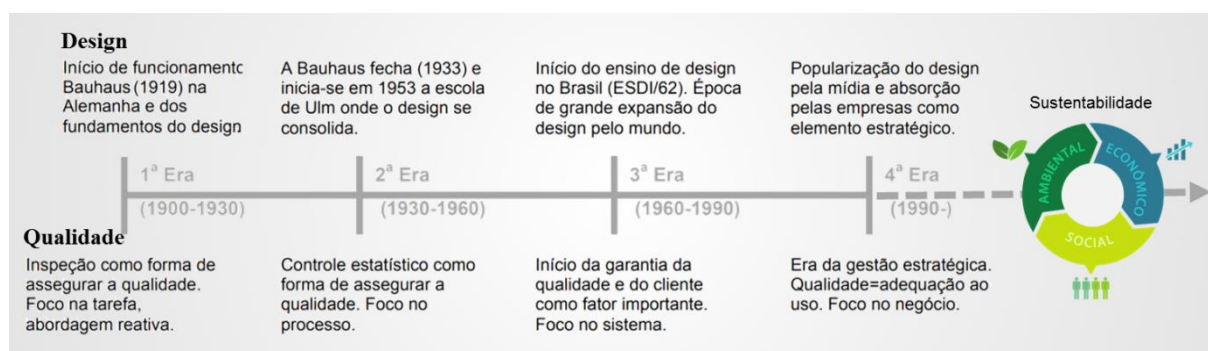


Figura 2. Evolução histórica do *design* e da gestão da qualidade. Fonte: Adaptado de Santos (2000).

<sup>3</sup> O adjetivo 'industrial' adicionado ao termo *design* está relacionado à indústria (setor de produção) e seu significado de 'atividade industriosa', que envolve um amplo espectro de profissões, que englobam o desenvolvimento de produtos, serviços gráficos, projeto de interiores e arquitetura (ICSID, 2015).



Atualmente, o *design* atua de maneira transdisciplinar e utiliza a criatividade para propor soluções como uma maneira mais otimista de olhar para o futuro ao reformular os problemas como oportunidades. Ele liga inovação, tecnologia, pesquisa, negócios e clientes para fornecer novos valores e vantagem competitiva em todas as esferas da sustentabilidade (aspectos econômicos, ambientais e sociais) (WDO, 2017). De acordo com a *World Design Organization*<sup>4</sup> (WDO, 2017) o *Design Industrial* “é um processo estratégico de resolução de problemas que impulsiona a inovação, desenvolve o sucesso comercial e conduz a uma melhor qualidade de vida através de produtos, sistemas, serviços e experiências inovadoras”.

No contexto da administração empresarial moderna, o *design* abrange a criação de produtos de interesse do consumidor, com a utilização racional das matérias-primas, da mão-de-obra e do espaço físico, assim como a eficácia na sedução dos consumidores (EL MARGHANI, 2011). Para Mozota *et al.* (2011) o *design* pode ser visto como uma atividade mediadora entre o mundo industrial e os consumidores, assim como entre a arte e a ciência. Suas técnicas combinam a lógica da abordagem científica com o trabalho artístico criativo, e gerenciam a resolução dos problemas de forma sistemática e ordenada. Segundo Fascioni (2008) é justamente o uso da estética<sup>5</sup> o que diferencia o *design* da engenharia. Quando um objeto é concebido pensando-se apenas na sua função primária (usabilidade), trata-se de um projeto de engenharia; já quando a função simbólica (estética) é acrescentada ao projeto, trata-se de *design*. Embora essas duas funções possam aparentemente ser independentes, elas também podem ser inseparáveis, quando por exemplo, a forma externa considerada apropriada para um tipo específico de artefato não for considerada apropriada para outro. Essas noções são aplicáveis tanto aos domínios tradicionalmente considerados em termos estéticos, como a natureza, a arte e a arquitetura, quanto aos objetos cotidianos, como móveis, veículos e ferramentas (CRILLY, 2010). Como argumentado por Löbach (2001), o processo de desenvolvimento de produtos ocorre segundo critérios racionais, apenas a configuração estética formal dos produtos se dá através do processo criativo, onde a função estética dos produtos é um aspecto psicológico da percepção sensorial que ocorre entre o usuário e o produto. Ou seja, além dos benefícios utilitários oferecidos pelos objetos, as pessoas também

---

<sup>4</sup> Desde 1º de janeiro de 2017 o *International Council Societies of Industrial Design (ICSID)* foi oficialmente transformado na *World Design Organization (WDO)*.

<sup>5</sup> Estética: Ciência que trata do belo em geral e do sentimento que ele desperta em nós.

apreciam suas qualidades estéticas, desde que essas qualidades sejam apropriadas aos fins utilitários para os quais esses objetos foram desenvolvidos.

A atividade exercida pelos *designers*<sup>6</sup> exige que eles adquiram uma compreensão profunda das necessidades dos usuários através da empatia, e assim, apliquem um processo de resolução de problemas pragmático e centrado no usuário para projetar produtos, sistemas, serviços e experiências (WDO, 2017). Os *designers* desenvolvem produtos e sistemas que otimizam a função, valor e aparência para o benefício mútuo de seu cliente e fabricante através da análise e síntese de dados direcionados às suas necessidades (IDSA, 2015). Eles são atores estratégicos no processo de inovação e estão posicionados de forma única para integrar diferentes disciplinas profissionais e interesses comerciais, valorizando o impacto econômico, social e ambiental de seus trabalhos, e a sua contribuição em direção ao desenvolvimento de uma melhor qualidade de vida para a sociedade (WDO, 2017).

### 3.2.1 O Processo de *Design*

Processo é “um grupo organizado de atividades relacionadas que trabalham juntas para criar um resultado de valor” (HAMMER, 2001). Dessa forma, o processo de *design* pode ser caracterizado por um conjunto de práticas correlacionadas que, organizadas em um sistema lógico, permitem que as atividades, decisões e operações sejam visualizadas com mais clareza e elaboradas com mais precisão ao longo do desenvolvimento do produto. Löbach (2001) afirma que todo processo de *design* é tanto um processo criativo quanto um processo de solução de problemas. Nele, reúnem-se informações sobre um problema já definido que são analisadas e relacionadas criativamente entre si em busca das soluções, que por sua vez, são julgadas segundo critérios pré-estabelecidos até o desenvolvimento da alternativa (produto) mais adequada.

Quatro características essenciais constituem um processo de *design*: criatividade, complexidade, comprometimento e capacidade de escolha. Ele exige a criação de algo novo

---

<sup>6</sup> Neste estudo, o termo ‘*designer* industrial’ utilizado para referir-se ao profissional de *design* é resumido apenas ao vocábulo ‘*designer*’, palavra frequentemente adotada na literatura em língua portuguesa para se referir ao profissional da área.

que não existia antes, envolve decisões a partir de um grande número de parâmetros e variáveis, requer o equilíbrio de decisões conflitantes (como custo e desempenho, estética e facilidade de uso, materiais e durabilidade, etc.), e exige escolhas entre muitas soluções possíveis, desde o conceito até os menores detalhes de cor ou forma (WALSH *et al.* 1992, *apud* MOZOTA *et al.*, 2011).

Para Bruce e Bessant (2001) o processo de *design* apresenta essencialmente três fases:

- a. **Planejamento:** fase de desenvolvimento da ideia inicial, análise do potencial técnico e das questões de mercado, avaliação de viabilidade e preparação do brief do projeto.
- b. **Desenvolvimento:** fase de detalhamento do mercado e especificações técnicas, projeto conceitual, desenvolvimento e teste do protótipo, projeto detalhado e engenharia de produção.
- c. **Produção e vendas:** fase de planejamento da produção e comercialização, ferramental, teste de produção, teste de vendas, produção em larga escala, lançamento no mercado e *follow-up*. Ainda segundo os autores, os principais estágios do processo de *design* estão ligados a um conjunto de fatores definidos por Rothwell (1983), descritos no Quadro 3.

Quadro 3. Principais estágios do processo de *design*

Estágios do Processo de <i>Design</i>	
<b>1. Estímulo/gatilho</b>	O que dá o ‘pontapé inicial’ ao processo. Pode ser uma nova ideia que emergiu de uma possibilidade técnica, uma nova necessidade expressada por alguma coisa nova ou uma extensão estratégica planejada para a oferta existente.
<b>2. Desenvolvimento do conceito</b>	Envolve a avaliação de uma ideia em termos de viabilidade para a empresa, baseado em suas habilidades e demanda de mercado.
<b>3. Planejamento do projeto</b>	Se a empresa decide explorar uma ideia no futuro, deve colocar o plano do produto com objetivos claros, alocando recursos e estabelecendo prazo e orçamento.
<b>4. Brief do projeto</b>	O desenvolvimento do <i>brief</i> deve ter os <i>inputs</i> dos <i>stakeholders</i> chaves: técnico, financeiro, marketing e <i>design</i> . Frequentemente é produzido um relatório do projeto, o qual inclui objetivos, tempo de trabalho, lista de tarefas e orçamento.
<b>5. Fonte das habilidades de <i>design</i></b>	Pode ser uma equipe interna, ou a combinação de uma equipe interna e uma equipe externa de projetistas, ou apenas uma equipe terceirizada. O gestor da equipe precisa compreender a capacidade das competências de <i>design</i> necessárias para o projeto proposto.

*continua...*

Quadro 3. Principais estágios do processo de *design*

Estágios do Processo de <i>Design</i>	
<b>6. Conceito de <i>design</i></b>	Criação do esboço da ideia para o projeto, que pode ser partilhada e explorada com outras, como <i>sketches</i> , modelos simples ou voltar para a etapa de anotações, bem como para a elaboração de um <i>brief</i> de projeto mais formal, focado no conceito e que pode ser considerado em termos estratégicos.
<b>7. Especificações de projeto</b>	Detalhes do projeto atual tomam forma através de desenhos, modelos, impressões dos artistas. O setor de compras se envolve com as competências de fornecimento, como verificar a disponibilidade para entrega de peças e componentes.
<b>8. Desenvolvimento do conceito</b>	Elaboração do conceito, coleta de informações incompletas e exploração das questões estratégicas essenciais, como o mercado inicial ou a pesquisa técnica.
<b>9. Protótipo e teste</b>	Produção de <i>mockup</i> , modelo ou alguma outra versão preliminar do projeto final, que pode ser explorado, testado, avaliado e usado para promover discussão e desenvolvimento.
<b>10. Projeto detalhado</b>	Conversão das especificações de <i>design</i> acordadas em especificações detalhadas para a produção de protótipos e ensaios.
<b>11. Desenvolvimento do mercado</b>	Constatação de problemas estendidos e solução de mercado, como natureza da demanda ou mudanças no conceito original.
<b>12. Desenvolvimento técnico</b>	Constatação de problemas estendidos e solução de aspectos técnicos, como viabilidade, depuração e <i>design</i> para facilitar a manufatura.
<b>13. Lançamento</b>	Finalização da fase de projeto e lançamento do produto.
<b>14. Avaliação</b>	Análise dos processos e resultados do projeto. O processo de gestão do projeto deve ser revisado para determinar se ele atingiu suas metas, se foi entregue no tempo e orçamento estipulado e se obteve sucesso (ex. figuras de vendas, <i>feedback</i> dos consumidores, etc.).
<b>15. Suporte e extensão</b>	Uma vez lançado muito pode ser aprendido no domínio técnico por vínculos estreitos com os usuários e acesso ao seu <i>feedback</i> sobre o produto ou serviço. Ao mesmo tempo a retenção de clientes e o desenvolvimento relacionamentos dependem de proporcionar um grau de suporte pós-venda – mais relevante em produtos complexos ou caros.
<b>16. <i>Re-innovation</i></b>	Uma importante fase embora muitas vezes negligenciada, que vê as lições da experiência de <i>design</i> e pós-lançamento, utilizados como insumos para um novo ciclo de inovação.

Fonte: Adaptado de Bruce e Bessant (2001).

### 3.3 CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS

O ciclo de vida dos produtos apresenta duas perspectivas distintas, uma traduz a visão do marketing, a qual engloba as questões referentes a introdução, crescimento, maturidade e declínio dos produtos no mercado (KOTLER, 2000). A outra, aborda o ciclo de vida sob a perspectiva de projeto, a qual engloba as etapas e processos envolvidos ao longo do seu desenvolvimento, desde as fases de aquisição da matéria-prima até chegar à comercialização e o fim da vida útil do projeto. Neste estudo, a abordagem que será explorada é aquela que envolve os processos de desenvolvimento dos produtos, definida por Manzini e Vezzoli (2002) como a relação de trocas (*inputs* e *outputs*) entre o ambiente e o conjunto de atividades e processos que acompanham o produto desde o seu nascimento até o seu descarte.

Tipicamente, o conceito de ciclo de vida é considerado a partir da sua criação até sua retirada de circulação, visão conhecida também como *cradle-to-grave* (do berço ao túmulo). Com o aumento das preocupações relacionadas aos impactos causados pelos produtos, o conceito de *cradle-to-grave* evoluiu para a visão *cradle-to-cradle* (do berço ao berço) (Figura 3), que amplia seu domínio enfatizando todos os processos ou saídas de insumos utilizáveis para outros processos ou entradas, desenvolvendo assim múltiplos ciclos de vida do produto (GUIMARÃES, 2012).

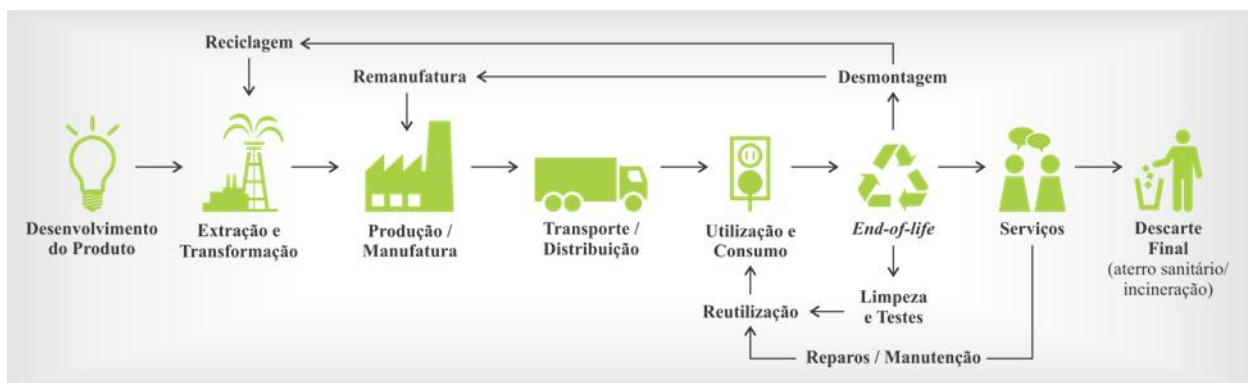


Figura 3. Abordagem *cradle-to-cradle* do ciclo de vida do produto. Fonte: adaptado de Fernandes (2013)

O conceito de *cradle-to-cradle* defendido por McDonough e Braungart (2002) se refere a um sistema de criação e tomada de decisão fundamentada em uma perspectiva diferente dos atuais modelos de produção e consumo. Ele exige materiais com ciclos de reutilização contínuos baseados em logística reversa, sistemas de energia renováveis e justiça social. Trata-se de um sistema onde o conceito de resíduo não existe e o fluxo de materiais funciona

como em um organismo vivo, o que do ponto de vista do projeto, significa que os nutrientes valiosos contidos nos materiais moldam e determinam o desenho: a forma segue a evolução e não apenas a função. Como apontado por Guimarães (2012) o conceito de *cradle-to-cradle* implica na concepção de produtos que consideram os recursos naturais e as necessidades locais, com um tempo de vida tão longo quanto possível, a fim de assegurar a saúde das sociedades no planeta. Assim, imaginando que em algum momento os produtos tornar-se-ão obsoletos tecnicamente ou esteticamente, eles são projetados para reassumir outra forma ou função como um novo produto ou serviço. No entanto, como argumentado por McDonough (2012) “um perfeito *cradle-to-cradle* é muito ambicioso. Quanto mais complexo for o produto, mais difícil é para fazer”.

Frequentemente, para melhor gerenciamento e planejamento das atividades de projeto, os processos do ciclo de vida do produto são agrupados em cinco fases: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte. A pré-produção compreende o processo de extração e processamento de materiais, bem como o desenvolvimento conceitual e detalhado do produto. A produção e a distribuição abrangem a fabricação e o transporte dos produtos, respectivamente. O uso é relativo ao seu consumo. E por último, o descarte, que se refere a todos os processos que acontecem após o término da vida útil do produto, ou seja, os processos de recuperação e disposição final (FERNANDES; MATTIODA, 2017). Essas fases do ciclo de vida do produto são consideradas diversas vezes e em diferentes atividades do projeto e podem ser mais ou menos desenvolvidas de acordo com o modelo PDIP adotado. Do ponto de vista da abordagem dessas atividades dentro dos modelos PDIP, é possível agrupá-las em três grandes áreas: atividades de investigação e planejamento, atividades de desenvolvimento e execução, e atividades de *end-of-life* (EOL) (Figura 4).

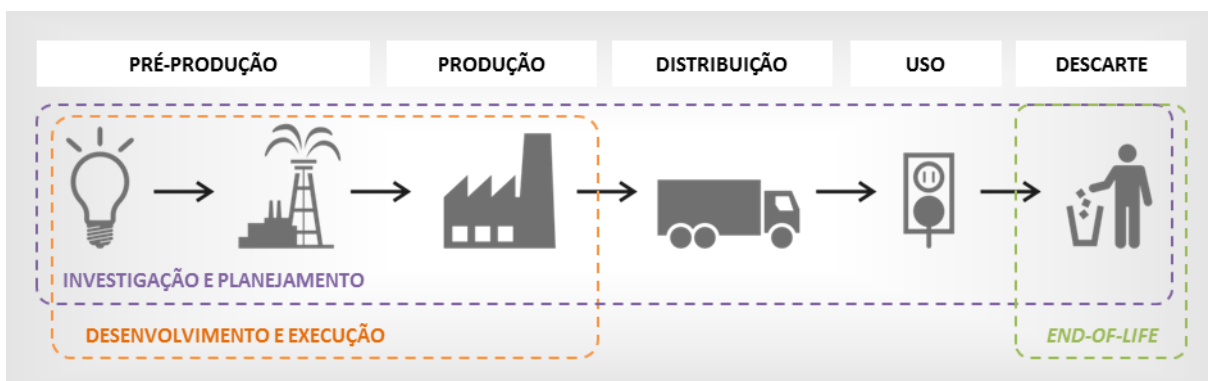


Figura 4. Abrangência das atividades do PDIP em relação às suas abordagens do ciclo de vida do produto.

As atividades de investigação e planejamento visam encontrar uma oportunidade de mercado que permita às empresas responder às necessidades dos consumidores através do desenvolvimento de produtos que abranja os requisitos técnicos e ambientais de forma econômica e socialmente viável. Isso inclui o planejamento do projeto do produto, considerando todo o contexto de sua existência, a fim de desenvolver estratégias de projeto alinhadas com o mercado e as diretrizes gerais das empresas. As atividades de desenvolvimento e execução abrangem o estágio técnico do projeto. Nessas atividades, os requisitos teóricos identificados ao longo do planejamento devem ser convertidos em características físicas e estéticas dos produtos para o posterior envio à manufatura e a comercialização. E finalmente, as atividades de EOL abordam o produto após sua aposentadoria, ou seja, momento em que deixa de atender às necessidades do usuário ou deixa de cumprir a sua função. Estas atividades incluem todas as opções disponíveis para a recuperação do produto, ex. reutilização, remanufatura, reciclagem, descarte final, etc. (FERNANDES; CANGIOLIERI JR., no prelo).

Quando se considera o desenvolvimento de um ciclo de vida, além do próprio produto, deve-se analisar vários outros aspectos, como a legislação, as necessidades dos clientes, as estratégias corporativas, as tendências de mercado e as tendências tecnológicas. Esse conjunto de considerações muitas vezes requer mudanças no próprio modelo de negócio, como por exemplo, uma mudança no método de entrega do produto (ser locado ao invés de vendido) a fim de aumentar a taxa de recolha dos produtos quando o consumidor deixar de utilizá-lo. Portanto, como argumentam Umeda *et al.* (2012), os aspectos de negócio também são fundamentais no desenvolvimento do ciclo de vida dos produtos. Seguindo estes princípios, de acordo com os autores, o desenvolvimento do ciclo de vida é modelado com três processos sequenciais: (1) o planejamento do ciclo de vida, considerando o desenvolvimento social, empresarial, tecnológico e os aspectos ambientais que cercam o ciclo de vida do produto; (2) o projeto do produto e seu fluxo de ciclo de vida para construção do seu plano; e (3) a implementação do ciclo de vida do produto projetado.

Para alcançar melhores resultados de sustentabilidade nos produtos é inevitável que os princípios da integralidade do ciclo de vida e suas perspectivas sejam aplicados, uma vez que o planejamento sistemático e estratégico do ciclo de vida do produto determina a direção do seu desenvolvimento e afeta diretamente os recursos consumidos e as cargas ambientais que o ele irá carregar (UMEDA *et al.*, 2012). Assim, na literatura, é possível identificar variações quanto ao tipo de análise sobre os aspectos relacionados ao ciclo de vida dos produtos. Algumas linhas de pesquisa tendem ao desenvolvimento do *Life Cycle Assessment* (LCA) que

busca uma análise quantitativa dos impactos que os produtos ocasionam ao longo do seu ciclo de vida, principalmente quanto as suas cargas ambientais. Outras linhas tendem ao desenvolvimento do *Life Cycle Design* (LCD), uma abordagem proativa para integrar a prevenção da poluição e as estratégias para conservação de recursos no desenvolvimento de produtos ecológica e economicamente sustentáveis (CLARKE; GERSHENSON, 2007).

### 3.3.1 *Life Cycle Assessment*

O termo *Life Cycle Assessment* (LCA), ou Avaliação do Ciclo de Vida, foi utilizado pela primeira vez nos Estados Unidos na década de 1990, apesar de estudos com abordagens do ciclo de vida já serem desenvolvidos desde 1970. Após alguns anos de pouco interesse pelo tema, o LCA teve um notável crescimento de sua aplicação na Europa e nos EUA a partir dos anos 1990, principalmente, graças aos esforços da *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) em desenvolver continuamente metodologias de LCA. Em 1992, a Organização Internacional para a Normalização (ISO) organizou um comitê técnico tendo em vista a normalização de um número de abordagens de gestão ambiental, os quais incluíam o LCA (FERREIRA, 2004). Desde então, inúmeras abordagens, normatizações, metodologias e *softwares* vem sendo desenvolvidos para a aplicação de LCA e suas derivações.

De acordo com a ISO 14040:2006 o LCA é uma técnica para avaliar os impactos ambientais potenciais associados a um produto (incluindo o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas), desde a aquisição da matéria-prima até a produção, uso e descarte. O LCA pode auxiliar a identificar oportunidades para melhorar os aspectos ambientais dos produtos em vários pontos do seu ciclo de vida, auxiliando a tomada de decisão tanto na indústria quanto em organizações governamentais e não governamentais através do planejamento estratégico, da definição de prioridades, do projeto de produto, da seleção de indicadores de desempenho ambiental, e do marketing (por meio de declarações ambientais e rotulagem ecológica) (ISO 14040, 2006).

Uma das principais barreiras a ser vencida pelas abordagens LCA, como apresentado por muitos autores, está na comunicação dos resultados dessas avaliações para um público não especialista que é responsável pela tomada de decisão no mundo real, tanto nas organizações públicas quanto nas privadas (FINKBEINER *et al.*, 2010). Do ponto de vista do projeto do produto, apesar das inúmeras tentativas para integrar LCA as fases iniciais do PDIP



e dos avanços em soluções diferentes para facilitar a sua utilização, os métodos atuais ainda são considerados pouco convenientes. O LCA avalia os impactos ambientais relacionados a todas as fases da vida de um produto, onde é necessário recolher uma ampla e complexa gama de informações que geralmente não estão disponíveis durante o processo de criação (ALLIONE *et al.*, 2012; MILLET *et al.*, 2007; PARK; SEO, 2006; POUDELET *et al.*, 2012).

Dentre as principais razões que levam os projetistas a não adotar a ferramenta pode-se citar:

- O LCA precisa de uma grande quantidade de dados. No caso de um produto em desenvolvimento é difícil reunir todos os dados e informações exigidos;
- A análise LCA completa é dispendiosa e demorada;
- O âmbito da recolha de informações é ampla e leva a inventários e avaliações complexas;
- A interpretação LCA requer conhecimentos específicos de alto nível, o que dificulta a comunicação com os especialistas não ambientais;
- A utilização de LCA é limitada a uma análise dos produtos existentes ou produtos bem definidos nas fases finais do processo de desenvolvimento;
- O LCA traz resultados quantitativos e estatísticos, já o PDIP é uma abordagem interativa e dinâmica, onde os parâmetros dos produtos são constantemente alterados.

### 3.3.2 *Life Cycle Design*

O conceito de *Life Cycle Design* (LCD), ou Projeto do Ciclo de Vida, institui uma ideia sistêmica do produto desde o início do seu processo de criação e desenvolvimento para minimizar a entrada de matérias-primas e de energia e reduzir o impacto de todas as suas emissões e resíduos, tanto de forma qualitativa quanto de forma quantitativa (VEZZOLI; MANZINI, 2008). Essa perspectiva considera todas as fases do ciclo de vida dos produtos, incluindo sua cadeia de valor, desde a extração e aquisição da matéria-prima, manufatura, utilização, tratamento *end-of-life* e disposição final. Também conhecido pelo termo *Design for Life Cycle* (DFLC), essa visão macro do projeto é um meio proativo de melhoria do ambiente de concepção dos produtos. Nele, o sistema no qual o produto é criado, usado e descartado é considerado durante o processo de tomada de decisão a fim de reduzir seus impactos ambientais (GO *et al.*, 2015; ROSE, 2000). Nos últimos anos, as preocupações com questões relacionadas aos danos ecológicos causados pelos produtos, fluxo de recursos e responsabilidade corporativa tornaram-se cada vez mais importantes nos estágios da vida dos

produtos e o DFCL se expandiu para o conceito de *Design for Environment* (DFE) ao longo do ciclo de vida do produto (CLARKE; GERSHENSON, 2007). Segundo os autores, todos esses termos *life cycle design*, *DFE*, *ecodesign*, *environmentally conscious design* e *green design* consideram o ciclo de vida do produto e seus efeitos ambientais holisticamente, assim, podem ser considerados intercambiáveis.

Uma das importantes considerações em relação ao ciclo de vida dos produtos no contexto do LCD está na análise do sistema que envolve a função desempenhada pelos produtos, isto é, os subprodutos consumidos e os resíduos gerados durante a sua utilização. Isso, no caso de muitos produtos, leva a extensão do ciclo de vida real do produto à um conjunto de ciclos de vida associados a ele, devido aos aspectos funcionais do serviço/função oferecido. Um exemplo onde pode ser observada essa associação são as máquinas de café expresso de uso doméstico. Esse produto tem em sua função a oferta do serviço ‘fazer café’. No entanto, após a sua aquisição pelo consumidor, para atender a sua função, o equipamento além de consumir a energia e a água prevista pra seu funcionamento, consome cápsulas de café que também possuem um ciclo de vida particular. Assim, ao projetar máquinas de café expresso de uso doméstico é fundamental avaliar os ciclos de vida associados a ela tendo em vista todo o cenário da sua utilização. Vezzoli e Manzini (2008) apontam ainda para a importância das embalagens nas considerações sobre o ciclo de vida dos produtos. Como todos os tipos de bens, as embalagens possuem ciclo de vida e realizam trocas (*inputs* e *outputs*) com a natureza. Seja com uma função primária, como no caso de embalagens de gêneros alimentícios, ou apenas com a função de proteção durante o transporte, elas são produtos adicionados a outros produtos e tem uma importante responsabilidade sobre os impactos ambientais que esses irão ocasionar.

### 3.4 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS

O Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PDIP) representa uma das tendências contemporâneas que mais cresce na gestão de desenvolvimento de novos produtos devido as suas vantagens de desempenho em relação aos métodos tradicionais. É uma abordagem originária do conceito inicialmente utilizado pela engenharia simultânea, que propõe o envolvimento das equipes de trabalho das diversas áreas de pesquisa inclusas no processo. Segundo Rozenfeld *et al.* (2006) o sucesso dos produto está diretamente ligado a

cooperação dessas equipes multidisciplinares, que podem incluir as áreas de marketing, pesquisa e desenvolvimento (P&D), engenharia de produção, operações, logística e pós-venda, e dessa forma, ampliar o processo de negócio e incorporar estratégias de produto, mercado, tecnologia e acompanhamento do ciclo de vida do produto ao longo dos processos da empresas.

Na literatura muitas são as definições encontradas para descrever o processo de desenvolvimento de produtos (PDP). Embora muitas dessas definições remetam ao conceito de ‘integrado’, a maioria das abordagens continuam a utilizar a sigla PDP. O Quadro 4 apresenta um resumo das principais definições da literatura:

Quadro 4. Principais definições de PDP encontradas na literatura

Autores	Definição
<b>Pugh (1991)</b>	É a sistemática necessária desde a identificação do mercado, necessidade dos usuários até a venda de produtos capazes de satisfazer essas necessidades – uma atividade que engloba produto, processos, pessoas e organização.
<b>Clark e Fujimoto (1991)</b>	É um processo onde a organização transforma dados sobre oportunidades de mercado e possibilidades técnicas em bens e informações para a fabricação de um produto comercial.
<b>Urban e Hauser (1993)</b>	É um processo decisório de cinco passos: identificação da oportunidade de mercado, projeto, teste, introdução no mercado e gerenciamento do ciclo de vida.
<b>Pahl e Beitz (1996)</b>	É atividade multifacetada e interdisciplinar que tem como resultado o planejamento e o esclarecimento de tarefas [...] para a documentação final do produto.
<b>Kaminski (2000)</b>	Conjunto de atividades envolvendo quase todos os departamentos da empresa, que tem como objetivo a transferência de necessidades de mercado em produtos ou serviços economicamente viáveis.
<b>Löblich (2001)</b>	É um processo de <i>design</i> que começa com o desenvolvimento de uma ideia, pode concretizar-se em uma fase de projeto e sua finalidade seria a resolução dos problemas que resultam das necessidades humanas.
<b>Rozenfeld et al. (2006)</b>	É um processo de negócio [onde] desenvolver produtos consiste em um conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, se chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção para que a manufatura seja capaz de produzi-lo e de acompanhá-lo após seu lançamento. Assim, irão se realizar as eventuais mudanças necessárias nessas especificações, planejar a descontinuidade do produto no mercado e incorporar, no processo de desenvolvimento, as lições aprendidas ao longo do ciclo de vida do produto.
<b>Ulrich e Eppinger (2012)</b>	É uma sequência de atividades que uma empresa emprega para conceber, projetar e comercializar um produto.

De forma geral, essas definições indicam algumas características que frequentemente ocorrem no processo de desenvolvimento de produtos (ULRICH; EPPINGER, 2012):

- Trata-se de um processo realizado de maneira sistemática ao longo de uma série de atividades, que podem ocorrer de maneira sequencial e simultânea;
- Desenvolve-se ao longo de fases dentro do projeto;
- Tem como base para o seu desenvolvimento a identificação das necessidades dos consumidores e as oportunidades do mercado;
- Busca o desenvolvimento do produto para atender a essas necessidades, considerando a viabilidade comercial e técnica para a sua produção;
- Envolve o trabalho de equipes de diferentes áreas da empresa – atividade interdisciplinar.

De acordo com Fernandes (2013) o PDIP é caracterizado pela elaboração de um conjunto de especificações de um produto, partindo das necessidades dos consumidores e oportunidades de mercado, seguido pelo processo de desenvolvimento conceitual e técnico até o seu encaminhamento à manufatura e comercialização. Essas atividades dentro das organizações podem ser bem definidas e seguir um processo de desenvolvimento preciso e detalhado, ou podem apresentar uma estrutura flexível e adaptável a diferentes tipos de projeto (ULRICH; EPPINGER, 2012). Dessa forma, é possível identificar diferentes abordagens utilizadas no processo de desenvolvimento, enquanto algumas se limitam ao processo de projeto, outras abordam o desenvolvimento de produtos como um processo de negócio e avançam suas atividades além das especificações técnicas do produto em si (FERNANDES, 2013). El Marghani (2011) destaca quatro abordagens de processo de desenvolvimento de produtos frequente adotadas pelos autores e seus modelos, ilustradas no Quadro 5.

Quadro 5. Abordagens sobre os modelos de PDP e autores correlacionados.

Abordagens	Características	Autores
<b>Engenharia Simultânea</b>	Encadeamento de etapas interdependentes, simultaneidade entre elas e ferramentas de controle do processo adaptáveis conforme a necessidade.	Clark e Fujimoto (1991); Miller (1993); Prasad (1996); Hubka e Eder (1988); Pahl e Beitz (1996).
<b>Stage-gate</b>	Destaca-se por apresentar o conceito de testes de controle ( <i>gates</i> ) associados aos estágios de desenvolvimento ( <i>stages</i> ).	Cooper (2001); Wheelwright e Clark (1992); Clausing (1993).
<b>Desenvolvimento Integrado de Produtos</b>	Expande os conceitos da Engenharia Simultânea a todas as áreas envolvidas no desenvolvimento de produtos, não somente às funções de engenharia.	Andreasen e Hein (1987); Pugh (1991); El Marghani (2011); Ulrich e Eppinger (2012); Vezzoli <i>et al.</i> (2014).
<b>Product Based Business</b>	Relaciona o ciclo de vida do produto ao processo de inovação.	Roozenburg e Eekels (1995); Patterson e Fenoglio (1999); Crawford e Benedetto (2000); Baxter (2000); Rozenfeld <i>et al.</i> (2006).

Fonte: Pereira (2014).

Com relação à estrutura que compõem os modelos, Pereira (2014) apresenta uma extensa revisão da literatura, disponível no Anexo A. Segundo o autor, esses modelos tendem a enfatizar a sistematização do processo por meio de fases que se repetem entre os diversos modelos, divergindo apenas em suas terminologias, que indica a ótica de interpretação adotada por cada autor dentro do contexto de sua aplicação específica. Essa divisão do PDIP em fases e atividades permite a verificação e o controle do projeto em pontos específicos, o que de acordo com El Marghani (2011), contribui para o gerenciamento eficaz do processo e possibilita um maior domínio sobre seu desenvolvimento.

### 3.4.1 Atores do Processo de Criação e Desenvolvimento

O processo de criação e desenvolvimento de produtos é uma atividade interdisciplinar que requer a contribuição de praticamente todas as funções existentes em uma empresa. De acordo com Ulrich e Eppinger (2012), três áreas operacionais podem ser consideradas centrais para o desenvolvimento de produtos: o Marketing, o *Design* (aqui referente ao setor de projeto), e a Manufatura. Essas três áreas são decisivas para o PDIP e apresentam uma relação direta com os seus estágios iniciais, como ilustra a Figura 5.

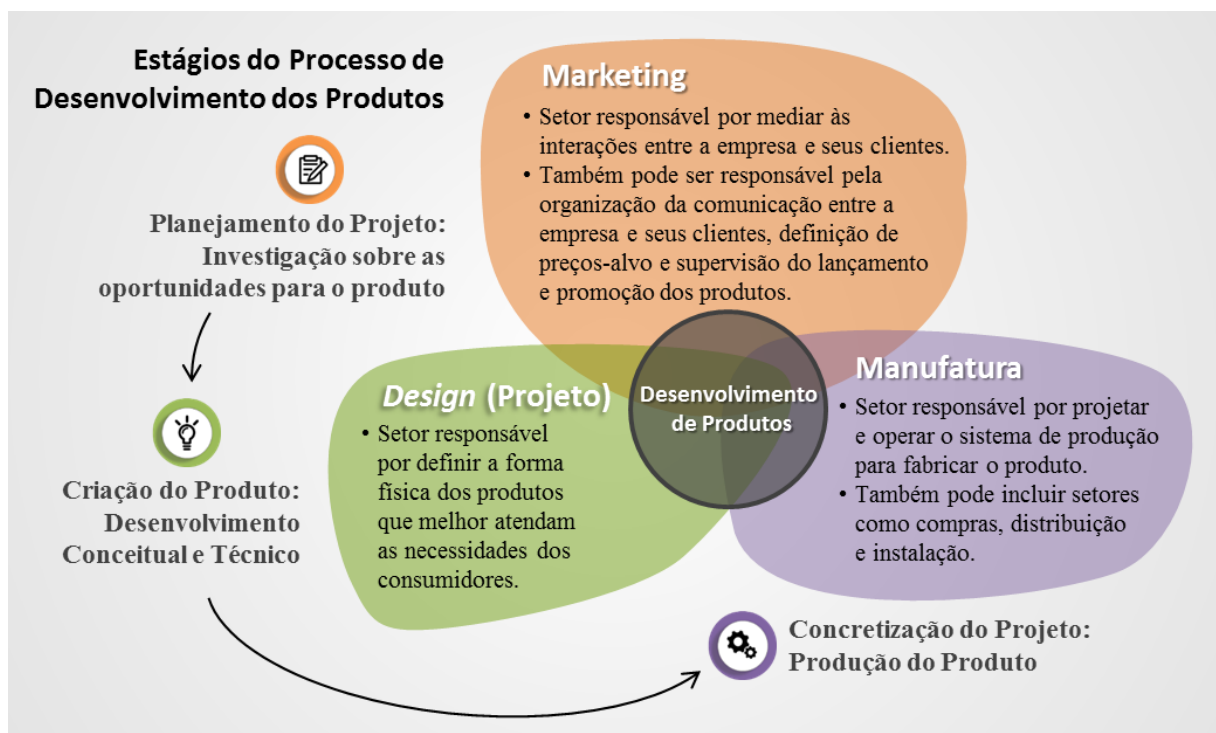


Figura 5. Estágios do PDIP e suas principais áreas operacionais.

No desenvolvimento de produtos, especialmente nas atividades do início do processo, os setores de Marketing e *Design* (projeto) apresentam uma relação simbiótica e constantemente interagem e trocam informações (LÖBACH, 2011; ROSSLER; HIGH, 2007). A equipe de marketing, entre outras atribuições, é principalmente responsável pela identificação das oportunidades, do mercado-alvo e das necessidades dos consumidores. Já a equipe de projeto, que inclui uma equipe de *designers* (responsáveis pelo desenvolvimento das questões ergonômicas, estéticas, de interface com usuário, etc.) e uma equipe de projeto de engenharia (responsável pelo desenvolvimento das funções mecânicas, elétricas, de software, etc.), é responsável por transferir aos produtos as características estéticas e funcionais que melhor atendam a essas oportunidade e necessidades identificadas. Ou seja, enquanto o ‘Marketing’ identifica o estilo de vida que os consumidores relatam e desejam o ‘*Design*’ utiliza seus elementos para retratar isso nos produtos.

Uma das abordagens mais integradas às estratégias de marketing, o *mix* de marketing – conhecido como o conceito dos ‘4Ps’: produto, preço, praça e promoção (KOTLER, 2000) –, reuni informações valiosas sobre o mercado para que um produto seja vendido de forma mais eficaz, e isso faz com que a equipe de projeto também deva trabalhar a partir dessas informações (MORRIS, 2010). Para Bruce (2001) cada um dos quatro elementos do *mix* de marketing envolve o *know-how* do *Design* (projeto):

- a. **Produto:** o *design* influencia a qualidade, a função, a usabilidade, a aparência e todas as características de diferenciação dos produtos, como o desempenho, segurança e estilo, contribuindo para dar características aos produtos que adicionam valor para o consumidor. Os aspectos tangíveis do *design* para empresas de serviços operam num caminho similar, trabalhando a diferenciação por imagem através do fornecimento de identidades corporativas que são implementadas em embalagens, logos, websites, uniformes e arredores, criando uma harmonia visual para a organização.
- b. **Preço:** produtos podem ser projetados para serem econômicos em termos de materiais, energia e produção. Melhorias de produtos através da adição de características específicas podem afetar o valor percebido do produto frente a grupos específicos de consumidores.
- c. **Praça:** as considerações sobre a distribuição podem afetar o projeto de modo que a embalagem de um produto pode ter uma forma para facilitar a estocagem e a disposição para venda. Para certos tipos de produtos o apelo da prateleira é fundamental para diferenciar um produto de seus concorrentes e estabelece-lo em um grupo de consumidores, o que justifica a importância de elementos de *design*, como cores, ilustrações e formas bem atribuídas.

**d. Promoção:** muitas atividades dependem da sua qualidade visual para transmitir a mensagem da empresa. Embalagens, literatura promocional e de vendas, todas as formas de mídia de publicidade, *display* de ponto de venda e o ambiente de venda envolve a habilidade da equipe de projeto.

De acordo com Bruce (2001) a equipe de projeto necessita de informações tanto sobre o mercado-alvo e os fatores que influenciam a decisão de compra dos consumidores, como sobre as metas da organização para o projeto. Assim, além da perspectiva que abrange a forma e a função, o *Design* (projeto) também pode ser visto como um elemento que é integrante do desenvolvimento da estratégia, tanto sob a perspectiva dos consumidores como da própria empresa (LUCHS; SWAN, 2011), atuando como um elemento conciliador entre a tecnologia, a produção, o mercado e todo o contexto que envolve a vida dos produtos (FERNANDES; MATTIODA, 2017). A troca de informações entre o Marketing e o *Design* (projeto) reforça a ligação existente entre os atores que compõem essas equipes, os profissionais de marketing e as equipe de *design* e engenharia, e essa integração funcional entre os dois setores pode ser vista como fundamental para melhorar o desempenho da criação e desenvolvimento de produtos, especialmente sobre o contexto da sustentabilidade (HSU, 2011).

A Manufatura, que envolve a produção do produto e atividades relacionadas, podendo incluir setores como compras, distribuição, etc., encontra-se em uma etapa de desenvolvimento físico do produto, e neste contexto, não engloba as atividades relacionadas ao seu desenvolvimento criativo.

### 3.4.2 Assuntos abordados pelos modelos de PDIP

Os modelos de PDIP, como exposto por Pereira (2014), apresentam na configuração de suas estruturas uma série de estágios e atividades que são propostos para atender à finalidades específicas. Esses são definidos por seus autores a partir da identificação de informações consideradas necessárias para que a execução do modelo leve ao desenvolvimento de um produto que atende a uma série de requisitos pré-determinados. Dessa forma, mesmo os modelos de PDIP que possuem o mesmo propósito (ex. desenvolvimento de produtos inclusivos, de eletroeletrônicos, de automóveis, etc.) podem apresentar diferentes parâmetros

para a elaboração de suas atividades, como é o caso dos modelos direcionados ao desenvolvimento de produtos sustentáveis.

Fernandes e Canciglieri Jr. (no prelo) apresentam uma revisão de literatura que identifica nove temas-chave relacionados as práticas de projeto de produtos sustentáveis adotados nos modelos de PDIP. Esses temas-chave, segundo os autores, podem ser divididos dentro das três grandes áreas de atividades do PDIP: (a) identificação e planejamento; (b) desenvolvimento e execução; e, (c) *end-of-life*, como ilustra a Figura 6. A seguir são apresentados alguns pontos relevantes discutidos nos temas-chave identificados no estudo.

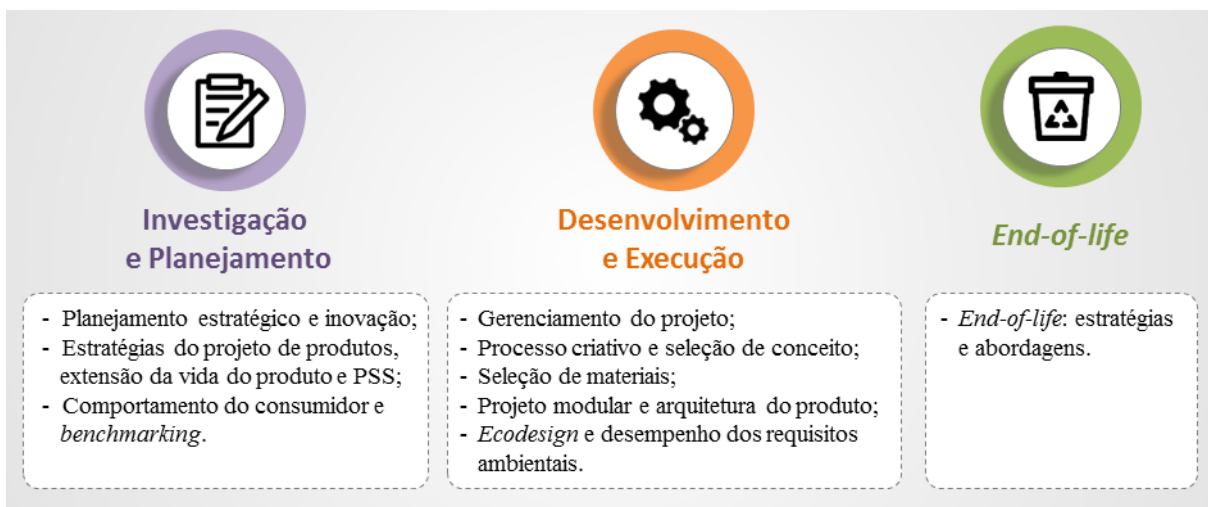


Figura 6. Distribuição dos temas-chave relacionados as práticas de projeto de produtos sustentáveis dentro das três grandes áreas de atividades do PDIP. Fonte: Adaptado de Fernandes e Canciglieri Jr. (no prelo).

### 3.4.2.1 Planejamento estratégico e inovação

O planejamento estratégico surge como a primeira atividade no PDIP que as organizações devem adotar para iniciar um projeto de produto sustentável. Compreender o que a sustentabilidade significa para a empresa e seus produtos é essencial para alcançar uma perspectiva completa da sustentabilidade (ALBLAS *et al.*, 2014; HALLSTEDT *et al.*, 2013). Além de ajudar o negócio a reduzir o risco, isso pode aumentar a eficiência no consumo de energia e materiais, evitar a geração de resíduos, e incentivar a inovação através da criação de novos produtos e serviços ambientalmente amigáveis (GUNASEKARAN; SPALANZANI, 2012). Alblas *et al.* (2014) argumentam que para um gerenciamento de produtos sustentáveis de sucesso é essencial que a estratégia, o escopo e as metas de sustentabilidade sejam bem



definidos. Estas devem ser complementadas pela adoção de uma abordagem empreendedora e proativa associada a capacidade de integração intra e inter organizacional.

Para Gunasekaran e Spalanzani (2012) a adoção do conceito de sustentabilidade nas estratégias das empresas pode ajudar a melhorar seu desempenho financeiro e a satisfação de objetivos e regulamentos sociais e ambientais. Segundo os autores, identificar a raiz da causa das preocupações sustentáveis e seus impactos sobre sociedade pode ser um dos caminhos para desenvolver essas estratégias sustentáveis.

Na perspectiva do processo de inovação de produtos, Hallstedt *et al.* (2013) sugerem a implementação da sustentabilidade estratégica em duas frentes principais: primeiramente no nível organizacional, no qual o apoio da alta administração estabelece o terreno para a formulação de metas e estratégias que guiarão os próximos produtos desenvolvidos; e, posteriormente nos requisitos do produto, onde a perspectiva de sustentabilidade deve integrar o PDIP nos estágios iniciais com a mesma importância que qualquer outro critério. Dessa forma torna-se mais fácil reduzir o impacto ambiental e evitar custos adicionais, desenvolver plataformas flexíveis para a criação de soluções sustentáveis e também direcionar os projetos para inovações no sentido do desenvolvimento de sistemas de serviços e produtos (PSS). Complementarmente, Medeiros *et al.* (2014) afirma que a inovação de produtos ambientalmente sustentáveis depende de uma série de combinações entre fatores externos e internos, tais como: o desejo dos consumidores em adquirir esses produtos, incentivos governamentais favorável as legislações ambientais, propagação da cultura sustentável entre a sociedade, envolvimento dos *stakeholders* ao longo do processo de desenvolvimento, investimentos empresariais em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, sistemas produtivos eficientes, e melhoria das capacidades técnicas e recursos humanos qualificados. No entanto, Keskin *et al.* (2013) ressalta que, embora tradicionalmente o processo de inovação percorra uma sequência linear de atividades, na prática o processo de inovação é desestruturado e caótico. Especialmente para inovações radicais, as incertezas tecnológicas e de mercado caracterizam o processo como uma jornada de exploração e aprendizagem contínua. O mesmo pode ser considerado para o projeto de produtos sustentáveis, que constantemente lidam com inovações radicais para encontrar soluções inovadoras (FERNANDES; CANGIOLIERI JR., no prelo).

### 3.4.2.2 Estratégias do projeto de produtos, extensão da vida do produto e PSS

O desenvolvimento de estratégias de projeto permite que o PDIP abranja uma abordagem proativa sobre o planejamento do ciclo de vida do produto e sobre os requisitos de projeto necessários em cada uma das suas fases. O projeto do ciclo de vida leva em consideração todo o sistema em que o produto é criado, usado e descartado como um meio dinâmico de melhorar o meio ambiente através do seu *design* (GO *et al.*, 2015). Atualmente, no projeto de produtos sustentáveis as principais abordagens adotadas pelos pesquisadores são as estratégias *cradle-to-cradle* e de *ecodesign* (BYGGETH; HOCHSCHORNER 2006; GHAZILLA *et al.*, 2015; GO *et al.*, 2015; GOEPP *et al.*, 2014; MACDONALD; SHE 2015; MAXWELL *et al.*, 2006).

A abordagem *cradle-to-cradle* permite um ciclo de vida de produtos múltiplos, onde os subprodutos no sistema podem ser metabolizados naturalmente ou podem retornar para alguma fase do processo (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2002). Já o conceito de *ecodesign* como estratégia de projeto integra as considerações ambientais no PDIP considerando todo o seu ciclo de vida e os estágios do processo, a fim de gerar o menor impacto possível sobre a vida do produto (PAUW *et al.*, 2014). Do ponto de vista prático, as estratégias *cradle-to-cradle* levam a busca de soluções dentro do contexto específico do sistema do produto considerando pessoas, empresas e circunstâncias, assim como incentivam o desenvolvimento de soluções que visam satisfazer as necessidades dos usuários através de diferentes alternativas para o sistema produto/funções. Por outro lado, as estratégias de *ecodesign* permitem o uso de ferramentas quantitativas para avaliar os produtos e podem proporcionar uma compreensão adicional sobre as diferenças nos projetos (PAUW *et al.*, 2014).

Independentemente da estratégia adotada, alguns requisitos são fundamentais para qualquer projeto de produto. Younesi e Roghanian (2015) sugerem que uma abordagem integrada do projeto de produtos sustentável deve basear-se em três pontos principais: as necessidades dos usuários, o desempenho ambiental e o desempenho econômico. Desta forma, para alcançar um desempenho ambiental e econômico satisfatório é fundamental adotar a ideia de desempenho de projeto ecoeficiente combinado com atributos funcionais do projeto (CHEN *et al.*, 2012). Para o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (*World Business Council for Sustainable Development*), ecoeficiência significa a entrega de bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas e proporcionam qualidade de vida com impactos ambientais e recursos consumidos reduzidos (D'ANNA; CASCINI,

2016). Para isso, Cherifi *et al.* (2014) sugerem sete princípios que devem ser seguidos: (i) reduzir a demanda de materiais para produtos e serviços; (ii) reduzir a intensidade energética de bens e serviços; (iii) reduzir a dispersão de substâncias tóxicas; (iv) melhorar a reciclabilidade dos materiais; (v) otimizar o uso sustentável de recursos renováveis; (vi) prolongar a durabilidade dos produtos; e, (vii) aumentar a intensidade operacional de bens e serviços.

Algumas das estratégias de projeto que podem ser associadas ao conceito de ecoeficiência são a extensão do ciclo de vida do produto e os sistemas de serviços e produto (PSS). Quanto a extensão da vida útil do produto, Lobos e Babbitt (2013) argumentam que trabalhar o apego emocional e a experiência agradável entre produtos e usuários são estratégias que podem contribuir significativamente, uma vez que os usuários estarão interessados em manter seus produtos por mais tempo. Consequentemente, os benefícios obtidos com a redução do uso de materiais e o consumo de energia durante a produção e a utilização, a maior responsabilidade do fabricante sobre o uso e o descarte dos produtos, e as estratégias para o gerenciamento do seu fim-de-vida podem estimular o desenvolvimento de tecnologias ecoeficientes, e têm grande potencial para contribuir com uma sociedade mais sustentável (BEUREN *et al.*, 2013; PIGOSSO; MCALOONE, 2016).

Para Maxwell *et al.* (2006) a ideia de não vender apenas produtos, mas fornecer funções para atender às necessidades humanas através de alternativas como a oferta de serviços ou de PSS pode melhorar o desenvolvimento de soluções sustentáveis. O conceito de PSS compreende a ideia de oferecer um conjunto de produtos tangíveis e serviços intangíveis concebidos em conjunto para satisfazer as necessidades dos clientes finais, onde a empresa oferece ou coproduz com seus clientes um tipo específico de valor com menor impacto ambiental do que os modelos de negócios tradicionais (TUKKER; TISCHNER, 2006; GEUM; PARK, 2011). Do ponto de vista da sustentabilidade, o PSS apoia a desmaterialização da economia (CATULLI, 2012), estimula o desenvolvimento de produtos duráveis e também o seu uso intensivo. Porém, para alcançar um bom desempenho ambiental, o PSS precisa de uma rede eficiente e uma infraestrutura operacional construída com parcerias estratégicas (PIGOSSO; MCALOONE, 2016; CHOU *et al.*, 2015).

Kang e Wimmer (2008) chamam a atenção para a concorrência no mercado entre produtos físicos e PSS. Para atrair clientes, o PSS deve ser tão bom ou melhor do que seus produtos correspondentes, não só em termos de função técnica, mas também na oferta de vantagens em aspectos que melhoram a percepção de valor sobre a necessidade correspondente. A característica da longevidade associada ao PSS exige uma maior qualidade

do produto, uma vez que ele deixa de ser uma mercadoria e se torna um capital ativo. Assim, a necessidade de uma maior eficiência e desempenho conduzem ao aumento da competitividade, a redução de custos, a melhoria da identidade corporativa e a uma maior comodidade e flexibilidade para o cliente, influenciando positivamente todo o sistema (BEUREN *et al.*, 2013).

Tukker e Tischner (2006) argumentam que o potencial para o pensamento PSS está no foco sobre a necessidade, demanda ou função que requer ser cumpridas. O distanciamento dos conceitos de produtos existentes aumenta a liberdade de encontrar grandes soluções sustentáveis. No entanto, Maxwell *et al.* (2006) destacam que é essencial adotar uma mentalidade aberta e não focar em uma oferta específica – produto, serviço ou PSS –, uma vez que as soluções podem variar de acordo com o tipo de função a ser cumprida, bem como as condições e características em que os negócios e os clientes estão envolvidos (KANG; WIMMER, 2008). A simples adição de serviços a produtos convencionais não leva a obtenção de melhores resultados ou a redução de impactos ambientais (REIM *et al.*, 2015). A oferta de serviços é altamente centrado no usuário e exige das empresas um profundo conhecimento sobre o relacionamento do cliente com o uso do produto, bem como o contexto cultural e institucional (CHOU *et al.*, 2015). Assim, conhecer as características da vida do produto é uma questão central para definir qual estratégia deve ser aplicada para a sua extensão e quando isso deve acontecer (BAKKER *et al.*, 2014).

Cabe ressaltar que uma importante barreira a ser vencida para a implementação de um PSS é a mudança cultural associada ao tipo de consumo. Consumidores e fornecedores não estão acostumados a oferta de produtos com a propriedade inversa ao modelo tradicional. De acordo com Catulli (2012), os consumidores são favoráveis à ideia de PSS devido à economia financeira, a redução de responsabilidade sobre os resíduos gerados (após o fim do uso do produto), e particularmente sobre o pacote de produtos e serviços (informações, garantias, seguros, manutenção e entrega). Por outro lado, os consumidores têm incertezas e preocupações com o PSS sobre o atendimento e a satisfação de suas necessidades, principalmente em questões como custos (aquisição/aluguel e despesas contínuas de um PSS), desempenho (capacidade, qualidade, confiabilidade) e valor emocional (posse de produtos usados e a falta de propriedade sobre o produto adquirido).

### 3.4.2.3 Comportamento do consumidor e benchmarking

Compreender aspectos específicos do consumo podem ajudar os projetistas a criar melhores soluções para os projetos e contribuir para a mudança do comportamento do consumidor em uma direção mais sustentável (LAITALA *et al.*, 2015). Conhecer o comportamento do consumidor é importante tanto para assegurar o sucesso das vendas quanto para desenvolver estratégias para o fim da vida do produto que as pessoas efetivamente participam. De acordo com Singh *et al.* (2014), embora o consumidor considere o descarte dos resíduos uma preocupação ambiental significativa, esta questão não está na vanguarda de suas mentes. Para os autores, normalmente as pessoas não associam o seu comportamento sobre a eliminação de resíduos com as preocupações globais, como por exemplo as mudanças climáticas, as quais as pessoas estão particularmente conscientes e preocupadas, e isso colabora para uma pobre participação pública na correta eliminação e gestão dos resíduos.

MacDonald e She (2015) avaliam que a interação do usuário com o produto também demonstra como é o seu comportamento de consumo, o que permite que as empresas desenvolvam produtos tanto para responder às necessidades de usabilidade quanto para orientar o comportamento dos consumidores em um sentido ambientalmente mais correto. Nesse sentido, Marchand *et al.* (2010) identificaram duas tendências para o comportamento do consumidor mais sustentável: (i) os motivos de interesse próprio, que são relacionados a menos estresse e estilos de vida mais saudáveis, notavelmente associados à redução dos níveis de consumo; e, (ii) os motivos ecológicos e sócio altruístas, que são relacionados às opções ligadas a questões ambientais e sociais.

Muitos métodos para investigar as necessidades e desejos dos clientes já foram discutidos na literatura. Daae e Boks (2015) apresentam uma revisão abrangente da literatura sobre os métodos e ferramentas de pesquisa com usuários, e resumem as diferentes aplicações para explorar o comportamento do consumidor. Entre estes, o QFD (*Quality Function Deployment*) é um dos métodos mais citados para soluções de projeto que podem se beneficiar a partir da compreensão sobre as preferências dos consumidores. O QFDE (*Quality Function Deployment for Environment*), ECQFD (*Environmentally Conscious Quality Function Deployment*), *Green QFD*, entre outros, são alguns exemplos de ferramentas que integram requisitos ambientais na metodologia QFD, incluindo a voz do consumidor, necessidades ambientais, e os tradicionais requisitos de qualidade do produto e especificações dos processos (YOUNESI; ROGHANIAN, 2015; HOSSEINPOUR *et al.*, 2015).

Outra prática que pode ser usada para verificar o desempenho dos produtos no PDIP é o *benchmarking*. Hosseinpour *et al.* (2015) cita o *benchmarking* como uma maneira eficiente de avaliar os produtos que têm um desempenho excelente no mercado, e obter algumas referências a partir dessas ‘melhores práticas’ recomendadas para dar suporte ao processo de projeto em seus estágios iniciais. Para os autores, o uso da análise competitiva a partir do *benchmarking* permite a oferta de melhores soluções dentro e fora das organizações, tanto para o desenvolvimento de produtos quanto para as melhorias de processos. Isso permite eliminar os processos de teste e erro, acelerar a melhoria do projeto e aumentar a eficiência do desenvolvimento dos novos produtos. No entanto, como Gudem *et al.* (2013) argumentam as empresas precisam expandir o espaço de projeto para além do produto como um simples artefato técnico que executa funções, uma vez que as pessoas também compram produtos por razões emocionais, psicológicas e socioculturais.

#### 3.4.2.4 Gerenciamento do projeto

O gerenciamento do projeto pode ser considerado uma boa maneira de dar suporte aos gerentes através do fornecimento de ferramentas e métodos auxiliares ao processo de desenvolvimento dos produtos sustentáveis (FARGNOLI *et al.*, 2014). O gerenciamento do ciclo de vida do produto, por exemplo, é uma questão essencial que deve ser integrada desde o estágio inicial do projeto, e está principalmente relacionado aos impactos que o produto irá ocasionar ao longo dos estágios da sua vida sobre os três pilares de sustentabilidade (aspectos econômicos, sociais e ambientais). De acordo com Lu *et al.* (2011) os procedimentos de pesquisa relacionados ao gerenciamento dos projeto geralmente podem ser divididos em quatro categorias principais:

- *Metodologias de projeto sistemáticas*, que prescrevem procedimentos passo a passo a partir da função, representação, decomposição e busca de soluções a fim de melhorar o projeto através do fornecimento de diretrizes;
- *Projetos axiomáticos*, que estabelecem uma ciência do projeto como base para o projeto de engenharia;
- *Projetos baseados em decisões*, que consideram o processo de projeto como um processo de tomada de decisão; e,

- *Projetos baseados no conhecimento*, onde as atividades de projeto são atividades baseadas em experiência e heurística, e podem ser modeladas como regras, procedimentos, modelos e casos.

Existe uma enorme quantidade de estudos disponíveis na literatura que propõem algum tipo de estrutura auxiliar (ex. ferramenta, metodologia, modelo, etc.) ao desenvolvimento de produtos sustentáveis. Como não é possível mencionar todos estes estudos, a seguir são apresentadas algumas considerações importantes referentes aos modelos de PDIP identificadas ao longo do desenvolvimento deste estudo.

- Lu *et al.* (2011) sugere que os projetistas devem projetar o produto físico e a estrutura do ciclo de vida para alcançar o desenvolvimento sustentável de produtos. O procedimento proposto pelos autores inclui três requisitos principais de projeto: (i) requisitos funcionais, que derivam das necessidades dos clientes e refletem a finalidade do produto; (ii) requisitos ambientais, que refletem a necessidade da sociedade de proteger os recursos naturais e o meio ambiente; e, (iii) requisitos econômicos, que garantam os objetivos comerciais básicos da empresa.
- Fagnoli *et al.* (2014) sugerem uma avaliação ambiental preliminar do projeto ao longo de todos os estágios do seu ciclo de vida, assim como a definição do cenário do ciclo de vida do produto e seus principais requisitos, já na etapa de planejamento do projeto. Os autores apresentam uma abordagem mais holística para o PDIP e integram questões técnicas e ambientais, assim como *stakeholders* e usuários nas atividades do projeto do produto.
- Jasti *et al.* (2015) identificam um conjunto de 11 pilares críticos considerados necessários para a implementação das estratégias de desenvolvimento de produtos sustentáveis: (i) sistemas de gestão ambiental; (ii) avaliação do ciclo de vida; (iii) planejamento e controle de produtos e processos; (iv) consumismo ‘verde’; (v) gestão da cadeia de abastecimento ‘verde’; (vi) gestão de marketing; (vii) tecnologia/ sistema/ ferramentas; (viii) fabricação ‘verde’; (ix) *design for environment* (DFE); (x) gestão estratégica; e, (xi) compromisso dos *stakeholders*, e missão e visão da organização.
- Joore and Brezet (2015) argumentam que os *designers* têm um papel social importante, desde os criadores de artefatos até o papel potencial de facilitadores de processos complexos de mudança social. Assim, os modelos PDIP devem apoiar a sua ampla atuação através de uma visão sobre três pontos: (i) o desenvolvimento de um novo produto ou PSS, bem como o desenvolvimento que ocorre na sociedade como um todo; (ii) a relação entre os objetivos e os problemas funcionais e operacionais, objetivos e problemas sociotécnicos e sociais mais abstratos; e, (iii) os processos de mudança, de tal forma que os processos de

projeto, de mudança ou de transição sejam descritos de forma consistente e mutuamente comparável.

- Brones e Carvalho (2015) sugerem um modelo de *ecodesign*, baseado em princípios de gestão da inovação e conhecimento de sustentabilidade ambiental, que pode ser vinculado a modelos de PDIP. Para isso, os autores adotam uma abordagem sistêmica que apresenta os seguintes aspectos: (i) um nível macro, que incorpora as estratégias e metas de inovação e sustentabilidade ambiental; (ii) um nível médio, que introduz os requisitos ambientais formais para o PDIP e o gerenciamento de portfólio; (iii) um nível micro, que propõe a implementação de ferramentas de *ecodesign* personalizadas e a integração de aspectos ambientais na gestão de projetos; e por fim, (iv) uma abordagem transversal complementar aos três níveis voltados para o *ecodesign* e o gerenciamento de mudanças, com ênfase na cultura da empresa e fatores humanos dentro de uma visão multifuncional.

#### 3.4.2.5 Processo criativo e seleção de conceito

De acordo com D'Anna e Cascini (2016), o projeto conceitual pode ser dividido em três tipos de atividades: (i) a tradução da tarefa de *design* em uma lista de requisitos para o produto; (ii) a geração de conceitos (processo criativo); e, (iii) a seleção do conceito. O objetivo da fase de projeto conceitual é converter os requisitos identificados durante o planejamento do projeto em características funcionais e físicas do produto que melhor atendam às demandas das necessidades do mercado e dos consumidores. Esses produtos devem incorporar propriedades técnicas e aspectos sustentáveis das três esferas da sustentabilidade – econômica, ambiental e social – durante o seu processo de criação e devem garantir que eles serão mantidos ao longo de seu ciclo de vida (INOUE *et al.*, 2012).

A implementação de conceitos sustentáveis no processo de criação dos produtos pode ser apoiada pelo uso de métodos e ferramentas específicas, no entanto, devido às incertezas presentes nesta fase inicial, recomenda-se que os projetistas mantenham suas mentes abertas para a criatividade, uma vez que o uso de recursos teóricos não assegura 100% o desenvolvimento de soluções ótimas (INOUE *et al.*, 2012). Para Cherifi *et al.* (2014) dois pontos essenciais devem ser considerados no processo criativo de qualquer projeto que visa sustentabilidade e inovação: a capacidade das empresas e projetistas em fornecer projetos direcionados as questões sustentáveis; e os parâmetros de uso dos produtos, que precisam



atender a fatores ambientais e necessidades sociais sob o contexto de uma abordagem eco inovadora. Nesse caso, as questões relacionadas com a experiência do usuário, como o ambiente onde o usuário está inserido, os aspectos diários de sua vida e o contexto de uso do produto são apontados como tópicos fundamentais para o desenvolvimento de produtos sustentáveis (CHERIFI *et al.*, 2014; D'ANNA; CASCINI 2016, ROMEIRO FILHO, 2015). Do ponto de vista dos fabricantes, Romeiro Filho (2015) complementa que é importante analisar o contexto regional considerando tanto a tradição quanto as habilidades locais como forma de criar valor em novos produtos, aumentar o lucro, preservar a cultura local e gerar soluções de projeto únicas e originais.

#### 3.4.2.6 Seleção de materiais

A seleção de materiais é um dos principais tópicos no desenvolvimento de produtos sustentáveis. Inclui conhecimentos e domínios de diferentes campos profissionais e deve integrar o desempenho funcional e econômico com todos os impactos ambientais e sociais em torno do ciclo de vida do produto, desde o seu desenvolvimento até o seu descarte (ZARANDI *et al.*, 2011). Em geral, os métodos de seleção de materiais são integrados aos processos de projeto de engenharia já nas atividades iniciais do processo de projeto, e visam selecionar o material mais apropriado para satisfazer os requisitos de uma aplicação específica (HUANG *et al.*, 2009). Normalmente, esses métodos são baseados em cinco eixos comuns (TAMBOURATZIS *et al.* 2014): (i) a definição do projeto do produto; (ii) a análise das propriedades do material; (iii) a escolha da população inicial de materiais candidatos; (iv) a avaliação dos materiais candidatos e a tomada de decisão; e, (v) o teste de verificação. Huang *et al.* (2011) argumentam que uma seleção de material em projetos ambientalmente consciente precisa adicionar a esses processos mais três requisitos: (i) a perspectiva do ciclo de vida; (ii) as informações sobre os potenciais impactos ambientais e custo dos materiais; e (iii) as informações sobre a função do produto, seu desempenho e seu cenário do ciclo de vida.

Djassemi (2012) afirma que a maioria dos estudos sobre a seleção de materiais e a análise da sua sustentabilidade tem sido focada em duas linhas de pesquisa: a quantidade de energia que o material consome, e a quantidade de emissões lançadas ao longo de todo o seu ciclo de vida. No entanto, Huang *et al.* (2011) chamam a atenção para as incertezas em torno da simulação do ciclo de vida. Para os autores, o planejamento do cenário de vida útil de um

produto desenvolvido na fase de projeto pode sofrer alterações não previstas que impedem uma projeção precisa de dados futuros e, conseqüentemente, impactam os resultados (HUANG *et al.*, 2011). Essas mudanças são afetadas por infraestrutura locais, e fatores humanos e ambientais, e podem ocorrer a partir dos processos de fabricação (ex. requisitos de produção, *lead-time*, taxa de produção e quantidade de produção global), utilização (ex. intensidade de uso específico, e modos uso dos usuários), e tratamentos de EOL (ex. desmontagem, estado dos produtos usados, preços de mercado de materiais reciclados, leis e regulamentos ambientais e adoção de novas tecnologias de reciclagem).

O *Design for Recyclability* (DFR), em português ‘Projeto orientado para a Reciclagem’, tem sido considerado pelas empresas e pelos governos como uma ótima oportunidade para maximizar os lucros e uma importante prática para alcançar a sustentabilidade em todo o mundo (SAKUNDARINI *et al.*, 2013). No entanto, apesar das pressões econômicas e regulatórias e dos esforços da indústria para promover a reciclagem de materiais, ainda há pouco uso desses materiais para o desenvolvimento de produtos novos. Cândido *et al.* (2011) e Sakundarini *et al.* (2013) argumentaram que é essencial conhecer as propriedades dos materiais, especialmente para a adoção dos materiais reciclados, porém a falta de informações técnicas e científicas sobre as propriedades físicas e mecânicas desses materiais é a principal dificuldade enfrentada pelas indústrias. Para Chen e Liu (2014), a ausência de implementação prática de DFR ocorre por questões operacionais e de mercado. Por um lado, a má qualidade dos materiais reciclados, devido as impurezas, limitam seu uso na fabricação de produtos novos, e muitas vezes precisam da adição de grandes quantidades de matérias-primas virgens para a utilização. Por outro lado, a aceitação no mercado de produtos feitos a partir de materiais reciclados ainda gera incerteza, mesmo com a crescente adoção de atitudes positivas em relação ao ‘consumo verde’. Köhler (2013) chama a atenção para a escassez de que alguns materiais enfrentarão no futuro e para a responsabilidade que os projetistas têm sobre a mitigação proativa sobre a escassez dos materiais. Para o autor, duas diretrizes principais devem ser incorporadas no PDIP: (a) a utilização de materiais escassos devem ter um maior controle, ou seja, os elementos com reservas críticas não devem ser desperdiçados em aplicações produzidas em massa, que tenham uma vida útil curta, ou que sejam difíceis de reciclar; e, (b) os projetistas precisam explorar novas possibilidades que contribuam para não utilização de materiais escassos.

### 3.4.2.7 Projeto modular e arquitetura do produto

A modularidade é uma abordagem de projeto que integra a arquitetura do produto (LUH *et al.*, 2010). O seu conceito compreende a decomposição de produtos e processos complexos em várias partes relativamente simples que podem ser tratadas em módulos independentes, nos quais os componentes do mesmo módulo são semelhantes e têm dependência mínima de componentes com outros módulos (MA; KREMER, 2014; YAN; FENG, 2014). Os módulos do produto são subestruturas que têm uma correspondência um-para-um com outros subconjuntos, e juntos formam um produto final (GO *et al.*, 2015). No PDIP, a arquitetura do produto é determinante para todo o seu ciclo de vida, desde as decisões estratégicas, como a plataforma e a família do produto, até as considerações táticas e operacionais, como agendamento de produção, organização de equipes e atividades de planejamento para montagem e desmontagem (CHU *et al.*, 2012; LUH *et al.*, 2010). Na perspectiva da sustentabilidade, o conhecimento de como é a composição de um produto (suas peças, componentes e sistemas) é especialmente importante para a sua recuperação, e diretamente ligado aos processos de montagem e desmontagem, seja para reutilizar, recondicionar ou remanufaturar peças, ou seja para reprocessar os materiais usados.

O desenvolvimento de produtos que faz uso de estruturas modulares deve considerar os requisitos funcionais e de produção simultaneamente com questões ambientais, tais como reciclabilidade, compatibilidade de materiais, manutenção e compatibilidade do tempo de vida dos componentes, para garantir que os componentes com os mesmos métodos de ‘aposentadoria’ sejam agrupados no mesmo módulo (YAN; FENG 2014; MA; KREMER 2014). Isso permite aumentar a variedade de produtos, facilita a manutenção, reutilização e fabricação do produto, e otimiza o descarte para a reutilização e a reciclagem devido à independência funcional criada na configuração do produto (GO *et al.* 2015; YAN; FENG 2014).

A capacidade de atualização de projetos modulares assim como tem um grande potencial para atingir o objetivo de projetos sustentáveis, também tem a capacidade de aumentar os impactos ambientais causados pelos produtos. Agrawal e Ülkü (2013) argumentam que a capacidade de atualização modular pode acelerar a obsolescência decorrente da introdução e substituição de partes mais frequentemente em algumas categorias de produtos. No entanto, os autores também argumentam que, em algumas condições, a aceleração da obsolescência pode tornar a modernização modular mais ecológica. O mais

importante é verificar todo o ciclo de vida do produto, identificar as fases em que os principais impactos ocorrem e analisar qual a melhor estratégia para projetar os módulos do produto. Para Go *et al.* (2015) a abordagem dos projetos modulares devem incluir: (a) a padronização e utilização de peças e materiais comuns; (b) a redução de peças através da modularização de peças múltiplas em subconjuntos únicos; (c) o projeto de peças que facilite a montagem e a manipulação; e, (d) a construção de peças que utilizem recursos de auto fixação para montagem.

### 3.4.2.8 *Ecodesign* e desempenho dos requisitos ambientais

O desenvolvimento de produtos sustentáveis geralmente é apoiado por algum tipo de ferramenta, técnica, diretriz, estrutura ou metodologia, ao longo de seu processo. Elas podem ser usadas para prescrever alternativas de projeto, avaliar impactos ambientais ou comparar alternativas de melhoria ambiental (BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006). Uma das abordagens mais citadas na literatura é o *ecodesign*. Múltiplos significados do termo *ecodesign* podem ser encontrados. A norma ISO 14006: 2011 determina *ecodesign* como a “integração dos aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento de produtos, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais adversos ao longo do ciclo de vida de um produto” (ISO, 2011). De forma geral, o *ecodesign* implica na integração de considerações ambientais na concepção do produto tendo em conta todos os impactos adversos causados durante toda a vida do produto, e equilibrando-os contra outros requisitos tradicionais durante o projeto através de abordagens sistemáticas (BOVEA; PÉREZ-BELIS, 2012; BRONES; CARVALHO, 2015; FARGNOLI *et al.*, 2014).

As diferentes abordagens das ferramentas de *ecodesign* disponíveis na literatura permitem que seus usuários utilizem aquelas avaliadas como mais apropriadas para analisar algum aspecto ambiental específico que precisam ser investigado (BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006). No entanto, Brones e Carvalho (2015) argumentam que devido ao baixo reconhecimento das perspectivas sistêmicas na pesquisa de *ecodesign*, pouca atenção tem sido dada para mudar os processos e o gerenciamento das várias dimensões do PDIP. Apesar do grande número de ferramentas já desenvolvidas, as publicações sobre o *ecodesign* continuam a se concentrarem em ferramentas e análises sobre suas aplicações, e na maioria dos casos, são restritas a um tópico específico, requerem uma grande quantidade de

informações e experiência, ou exigem muito tempo e dinheiro. Essas dificuldades de implementar e gerenciar o *ecodesign* tem sido um dos principais motivos da sua baixa consolidação em empresas de todo o mundo (BOVEA; PÉREZ-BELIS, 2012; BRONES; CARVALHO, 2015).

Byggeth e Hochschorner (2006) citam como um ponto crítico nas ferramentas de *ecodesign* o *trade-off* conflitante entre metas as ambientais, uma vez que melhorar algum aspecto de uma área específica pode trazer efeitos negativos em outra (ex. material x energia x custos, e outros). Segundo os autores, esses conflitos podem apresentar resultados diferentes, dependendo da perspectiva adotada (ex. clientes, empresas ou meio ambiente), no entanto, as decisões tomadas pelas empresas também podem levar a integração de aspectos ambientais para o início do PDIP, gerando sinergias com outros interesses comerciais, como melhoria de imagem, novas oportunidades de mercado e redução de custos. Nesse sentido, Chen *et al.* (2012) argumentaram que a avaliação do desempenho dos projetos sustentáveis precisa ir além do desempenho ambiental absoluto e alcançar o desempenho ecoeficiente do projeto, onde os atributos funcionais e ambientais do produto são cuidadosamente combinados no projeto. Essas decisões de projeto inovadoras podem levar a uma maneira eficiente de combinar especificações e atributos dos produtos, melhorando a função do produto enquanto reduz os impactos ambientais, o que torna a situação vantajosa tanto para a empresa, quanto para os consumidores e o meio ambiente (BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006; CHEN *et al.*, 2012).

Para Dangelico e Pontrandolfo (2010) a incerteza sobre as dimensões do produto que precisam ser consideradas para desenvolver produtos sustentáveis provoca dúvidas nas empresas sobre como comparar e informar os *stakeholders* sobre as características ambientais das suas práticas e seus produtos. Os autores sugerem três aspectos principais a serem considerados para avaliar os requisitos ambientais dos produtos: (i) a fase do ciclo de vida do produto em que as características sustentáveis são expressas; (ii) a razão pela qual o produto pode ser considerado sustentável; e, (iii) o tipo de impacto gerado sobre o ambiente. Bovea e Pérez-Belis (2012) destacam que para uma *ecodesign* bem-sucedido fatores como a função do produto, desempenho, segurança e saúde, custo, comercialização e qualidade, e os requisitos legais e regulamentares devem ser considerados juntamente aos outros impactos ambientais causados durante toda a vida do produto. Para os autores, três fatores-chave são essenciais para as ferramentas de *ecodesign*: (i) a integração precoce dos aspectos ambientais no PDIP; (ii) a abordagem do ciclo de vida do produto, que considera os impactos que podem ser causados sobre o meio ambiente em suas diferentes etapas; e, (iii) a abordagem de

multicritérios, que considera todos os requisitos tradicionais do produto, juntamente com os aspectos ambientais e impactos relevantes (BOVEA; PÉREZ-BELIS, 2012).

### 3.4.2.9 *End-of-life*: estratégias e abordagens

A importância de considerar as estratégias para o *end-of-life* (EOL) do produto na fase inicial do projeto tem sido declarada por muitos pesquisadores na literatura (GEHIN *et al.*, 2008; GO *et al.*, 2015; HATCHER *et al.*, 2011). Atualmente, os produtos não competem apenas com base em seu preço, função ou diversidade, mas também em sustentabilidade (HOSSEINPOUR *et al.*, 2015), e antecipar as estratégias de EOL pode melhorar o processo de desenvolvimento de soluções e garantir um projeto de produto mais eficiente. As mudanças de comportamento em relação ao EOL dos produtos têm ocorrido principalmente devido ao aumento das políticas ambientais e da pressão da legislação sobre as empresas e produtores (GEHIN *et al.*, 2008; AJUKUMAR; GANDHI, 2013). De acordo com Ameli *et al.* (2016) a responsabilização dos fabricantes sobre o impacto ambiental de seus produtos tem estimulado a busca por processos de recuperação dos produtos mais eficientes através da integração do gerenciamento do EOL no projeto e planejamento dos produtos.

A ideia de prevenção tem um forte vínculo com a redução da geração de resíduos. A minimização dos resíduos envolve tanto medidas de prevenção como de tratamento, como a redução de resíduos através da reutilização ou a extensão do tempo de vida útil do produto, assim como a redução dos impactos adversos causados sobre o meio ambiente e a saúde humana (SINGH *et al.*, 2014). Durante muitos anos, a gestão de resíduos manteve o foco na reciclagem para avançar em direção ao consumo e produção sustentáveis. Ao longo do tempo, outras possibilidades de tratamento de resíduos apareceram e a reciclagem se tornou um subconjunto das estratégias EOL (MASCLE, 2013). Atualmente, a hierarquia de resíduos estabelecida pela *Waste Framework Directive* (2008/98/EC) é que estabelece a política e legislação de resíduos na União Europeia, e tem como objetivo minimizar os efeitos ambientais adversos dos resíduos e otimizar a eficiência dos recursos na gestão de resíduos. Esta hierarquia de prevenção, preparação para reutilização, reciclagem, outras recuperações, e eliminação, conforme descrito no Quadro 6, estabelece uma ordem de prioridade do que constitui a melhor opção ambiental geral na legislação e política de resíduos (EUROPEAN COMMISSION, 2012). No Brasil, a definição de como deve ser feito a gestão e o

gerenciamento de resíduos está definida no Art. 9º da Lei 12.305 de 2010, também conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual estabelece a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Quadro 6. Hierarquia do gerenciamento de resíduos segundo a *Waste Framework Directive* (2008/98/EC)

Abordagem	Operações de gerenciamento dos resíduos	Hierarquia (diretrizes)	Definição
<b>Prevenção da geração de resíduos</b>	Não se aplica (resíduos inexistentes)	1º Prevenção	Medidas tomadas antes de uma substância, material ou produto se tornar resíduo, que reduzam: (a) a quantidade de resíduos, inclusive através da reutilização de produtos ou a extensão da vida útil dos produtos; (b) os impactos adversos dos resíduos gerados sobre o meio ambiente e a saúde humana; (c) o volume de substâncias nocivas em materiais e produtos.
<b>Tratamento dos resíduos</b>	Operações de recuperação	2º Preparar para reutilizar	Operações de verificação, limpeza ou reparo, pelo qual os produtos ou componentes de produtos que se tornaram resíduos são preparados para que possam ser reutilizados sem qualquer outro pré-processamento.
		3º Reciclagem	Qualquer operação de recuperação na qual os resíduos são reprocessados em produtos, materiais ou substâncias, seja para fins originais ou outros. Inclui o reprocessamento de material orgânico, mas não inclui a recuperação de energia e o reprocessamento em materiais que serão utilizados como combustíveis ou para operações de preenchimento/carga.
		4º Outras recuperações	Qualquer operação que cumpra a definição de ‘recuperação’ ao abrigo da <i>Waste Framework Directive</i> , mas que não cumpra os requisitos específicos de preparação para reutilização ou reciclagem (ou seja, incineração ou co-incineração, onde o principal uso dos resíduos é como combustível ou outro meio para gerar energia).
	Operações de Descarte	5º Descarte	Qualquer operação que não seja recuperação, mesmo quando a operação tenha como consequência secundária a recuperação de substâncias ou energia.

Fonte: Adaptado de *European Commission* (2012).

Com o crescimento dos estudos nesta área surgiram outros componentes nas definições de EOL. De acordo com Ma e Kremer (2014) as estratégias de EOL podem ser feitas basicamente de duas maneiras: opções de EOL para produto inteiro; ou, opções de EOL para os componentes do produto, que exigem a desmontagem das peças antes do envio à recuperação. O Quadro 7 resume algumas opções de estratégias de EOL encontradas na literatura e mostra sua distribuição de acordo com os conceitos de hierarquia de gerenciamento de resíduos adotados pela *Waste Framework Directive* (2008/98/EC).

Quadro 7. Estratégias EOL e a hierarquia de gerenciamento de resíduos.

Estratégias EOL citadas pelos autores	Hierarquia do Gerenciamento de Resíduos				
	1º Prevenção	2º Preparação para reutilização	3º Reciclagem	4º Outras Recuperações	5º Descarte
Marco <i>et al.</i> (1994)	Reuso	Remanufatura	Reciclagem primária Reciclagem secundária	Incineração Aterro sanitário	Tratamento especial
Ishii <i>et al.</i> (1995)	Reuso	Remanufatura	Reciclagem primária Reciclagem secundária		Descarte
Stevens (1997)	Reuso	Recondicionamento Remanufatura	Reciclagem	Incineração	
Ijomah <i>et al.</i> (1999)	Reuso	Reparação Recondicionamento Remanufatura	Reciclagem		
Rose (2001)	Reuso	Service Remanufatura	Reciclagem com desmontagem Reciclagem sem desmontagem		Descarte
Li <i>et al.</i> (2008)	Reuso		Reciclagem		Descarte
Remery <i>et al.</i> (2012)	Reuso	Remanufatura	Reciclagem com desmontagem Reciclagem sem desmontagem	Incineração com recupera- ção de energia	Descarte
Ma e Kremer (2014)	Reuso	Remanufatura	Reciclagem primária Reciclagem secundária	Incineração Aterro sanitário	Tratamento especial
Raad <i>et al.</i> (2014)	Reuso	Recondicionamento Remanufatura	Reciclagem		
Bakker <i>et al.</i> (2014)	Eficiência material e Extensão da vida do produto (Reuso, Reparação, Recondicionamento e Remanufatura)		Reciclagem		

Fonte: Adaptado de Ma e Kremer (2014).

Entre as estratégias de EOL encontradas na literatura é possível identificar algumas divergências de conceitos adotados pelos autores. Em oposição as estruturas EOL apresentada por outros autores, para Bakker *et al.* (2014) propõem a hierarquia de estratégias de projeto com base na *Waste Framework Directive* (2008/98/EC) exclusivamente para a extensão da vida útil do produto e reciclagem. Segundo os autores, a ‘Prevenção’ pode ser alcançada através de uma variedade de estratégias de extensão da vida do produto, como reutilização, reparo, recondicionamento e remanufatura. Já para Ma e Kremer (2014) e Raad *et al.* (2014), a reutilização é caracterizada pelo uso do produto na mesma ou outra aplicação (reutilização direta ou indireta) sem operações prévias de reparo ou como originalmente projetado, mantendo a ideia de ‘Prevenção’ da primeira diretriz da *Waste Framework Directive* (2008/98/EC).



A partir das operações de recuperação, a segunda diretriz ‘Preparar para Reutilizar’ abrange intrinsecamente todos os conceitos relativos a ações de restauração de partes ou funções dos produtos. Os primeiros aspectos citados, serviços e reparos, estão relacionados a ações de manutenção enquanto o consumidor detém a propriedade do produto. Ajukumar e Gandhi (2013) argumentaram que o mais importante para a manutenção dos produtos *eco-friendly* é a integração do projeto do produto com questões de planejamento e execução de ações de manutenção. Os autores alertam sobre os impactos negativos para o meio ambiente e a saúde que os resíduos associados à manutenção podem oferecer, principalmente quando isso envolve peças defeituosas, óleos usados, graxa e agentes de limpeza descartados no ambiente. Neste ponto, as estratégias do projeto do produto devem considerar a compatibilidade ambiental durante a manutenção em conjunto com outros requisitos de projeto para alcançar uma redução real dos resíduos.

Os próximos aspectos citados como estratégias EOL são o condicionamento e a remanufatura. As definições dadas pelos autores apresentaram algumas abordagens diferentes e podem aparecer juntas ou separadas nas opções da estratégia EOL. Por exemplo, Ma e Kremer (2014) adotam as mesmas opções EOL propostas por Marco *et al.* (1994). Para eles a remanufatura preserva partes aproveitáveis, condiciona partes usadas, substitui componentes idênticos ou retrabalhados de produtos obsoletos. Para Raad *et al.* (2014) o condicionamento é um processo para restaurar componentes usando métodos como recuperação da aparência externa, repintura, etc., que trazem novamente funcionalidade e/ou um estado de satisfação à especificação original desse componente. Já a remanufatura substitui e reconstrói partes e componentes dos produtos entregando uma condição semelhante a nova para a sua especificação atual (GOEPP *et al.*, 2014; GOODALL *et al.*, 2014; HATCHER *et al.*, 2011; RAAD *et al.*, 2014). Goep *et al.* (2014) e Hatcher *et al.* (2011) também incluem ao processo de remanufatura a classificação, inspeção, desmontagem, limpeza, reprocessamento e remontagem. Essencialmente, todas essas opções recuperam os produtos ou partes de produtos a fim de restaurar componentes para um estado funcional (com qualidade) de acordo com suas especificações atuais.

Recuperar o valor dos produtos usados por métodos como a remanufatura e a atualização pode ter um resultado efetivo na sustentabilidade dos projetos (GEHIN *et al.*, 2008). Isso permite que os produtos sejam atualizados ou adaptados para incluir novos recursos (MACDONALD; SHE, 2015), recuperar o conteúdo do material e conservar a energia incorporada para fabricar o produto original a partir dos materiais virgens (GOODALL *et al.*, 2014). Dindarian *et al.* (2012) acrescentam que as empresas perceberam o

produto retornado como uma fonte de renda valiosa, uma vez que, para alguns produtos, os custos de recondição e remanufatura são apenas uma fração do custo de fabricação, e os preços pelos quais os produtos podem ser alugados ou vendidos são aproximados dos valores originais. Melhorar a eficiência da remanufatura através do projeto pode aumentar significativamente a sua rentabilidade, tornando-se uma estratégia EOL de produtos mais viável e lucrativa (HATCHER *et al.*, 2011). Embora a remanufatura mostre boas oportunidades para as empresas, fatores como demanda, *design*, a condição dos produtos retornados e custos podem afetar o sucesso de sua implementação. De acordo com Goodall *et al.* (2014) a remanufatura requer maior investimento do que outras opções de EOL, devido aos custos adicionais com logística reversa e processos de desmontagem e inspeção. Por isso, é importante que as empresas e suas decisões avaliem cuidadosamente sua viabilidade em todos os níveis de negócios, isto é, do planejamento estratégico ao estágio operacional (GOODALL *et al.*, 2014).

A terceira diretriz nas operações de recuperação é o processo de ‘Reciclagem’, no qual o material usado é reprocessado para fazer o mesmo ou outro material que pode ser usado novamente. Ma e Kremer (2014) mencionaram dois estágios de reciclagem. A reciclagem primária possibilita que o material possa ser usado no mesmo ou outro produto de alto valor (as qualidades físicas e químicas do material são mantidas), enquanto a reciclagem secundária produz um material de baixo valor em termos de qualidade. Esses processos também podem incluir etapas de desmontagem dos produtos para separar os materiais. Nelen *et al.* (2014) argumentam que a reciclagem é vista como estratégia-chave no gerenciamento de materiais sustentáveis porque preserva o capital natural. No entanto, os autores também apontam que a reciclagem nunca alcança um ciclo fechado perfeito na recuperação do material, já que esta operação normalmente não gera um material com a mesma qualidade e, conseqüentemente, envolve algumas formas de ‘efeito cascata’, onde o alto valor primário do material empobrece e perde a qualidade após os processos de reciclagem.

O processo de desmontagem é um dos principais passos para as estratégias EOL. Ele permite recuperar a vida útil do produto salvando materiais e energias no seu fim de vida, assim como prolonga a vida útil do produto através de atividades de manutenção adequadas, como recondição e a remanufatura (GHAZILLA *et al.*, 2015). De acordo com Zhu e Roy (2015), a incerteza das informações a partir do fim de vida dos produtos em relação à características como a qualidade e a quantidade das partes e componentes dos produtos usados são um dos principais obstáculos no desenvolvimento de um planejamento ótimo para o sistema do processo de desmontagem. O processo de desmontagem não é um processo

inverso a montagem e requer o desenvolvimento de estratégias específicas de projeto para alcançar o sucesso. Ele é responsável por separar componentes ou partes de produtos e pode ocorrer de duas maneiras: uma através de operações não destrutivas, constituídas de processos reversíveis que não danificam os mecanismos de fixação; e outra através de operações semidestrutivas, onde os mecanismos de fixação normalmente não são preservados (GHAZILLA *et al.*, 2014).

A quarta diretriz é referente as ‘Outras Recuperações’, onde os processos de recuperação de resíduos têm como principal objetivo a produção de algum tipo de combustível ou energia. As estratégias de EOL como ‘Incineração’ e ‘Aterro Sanitário’ são algumas opções mostradas pelos autores em relação a esta diretriz. Finalmente, como a última diretriz da *Waste Framework Directive (2008/98/EC)*, tem-se o ‘Descarte’, onde os materiais não sofrem qualquer operação com a intenção de recuperar seu valor, mesmo que isso ocorra como consequência de alguma operação secundária. O ‘Tratamento Especial’ que é obrigatoriamente aplicado a todos os materiais tóxicos ou perigosos, pode ser considerado um exemplo desta opção de estratégia EOL (MA; KREMER, 2014).

### 3.4.3 Ferramentas Auxiliares ao PDIP

Para auxiliar as equipes de projeto na realização de suas atividades e melhorar o desempenho ao longo dos processos de desenvolvimento de produtos, *designers* e engenheiros podem contar com uma série de ferramentas e métodos disponíveis na literatura. Dentre eles pode-se citar: análise funcional, métodos de criatividade (*brainstorming*, *brainwriting*), QFD (desdobramento da função qualidade), FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*), matrizes, experimentos, simulações CAD, análise de risco, estimativa de custos, análise multicritério, entre outras (MATTIODA *et al.*, 2012; PEREIRA, 2014).

Neste estudo, a abordagem sobre ferramentas atua no campo das ferramentas de *ecodesign* e concentra-se na família de ferramentas DFX (*Design for X*). *Ecodesign* é uma abordagem de projeto que tem como objetivo reduzir os impactos ambientais de produtos e serviços ao longo de todo o seu ciclo de vida. Neste contexto, por meio de análises relevantes do ciclo de vida, as ferramentas DFX buscam auxiliar ao processo de desenvolvimento de produtos transferindo a ênfase das decisões importantes de projeto para o início do processo a fim de reduzir riscos e custos (ROSE, 2000).

As ferramentas DFX podem ser definidas pelo objetivo e resultado de suas aplicações e essencialmente dividem-se em dois grupos: DFX*virtue*, quando o produto é otimizado em função de uma virtude de suas fases, como DFE (*Design for Environment*) e DFQ (*Design for Quality*); e, DFX*lifephase*, quando o produto é otimizado em alguma fase específica de sua vida, como DFM (*Design for Manufacturing*) e DFA (*Design for Assembly*) (HEMEL; KELDMANN, 1996).

Em termos ambientais, a abordagem DFE é uma das práticas mais citadas no desenvolvimento de produtos e tem como objetivo minimizar seus impactos ambientais. O DFE abrange todas as fases do ciclo de vida do produto e deve ser incorporado nos processos gerais do seu desenvolvimento, tanto a nível estratégico quanto operacional (HEMEL; KELDMANN, 1996), principalmente para assegurar que as consequências ambientais do produto serão consideradas antes que qualquer decisão de fabricação já esteja comprometida (ROSE, 2000).

Do ponto de vista do projeto, as ferramentas DFE podem ser associadas às características das etapas do ciclo de vida, fornecendo diretrizes e recomendações de como os produtos deve ser (GEHIN *et al.*, 2008). Fernandes (2013) destaca que entre as várias ferramentas DFX algumas remetem suas diretrizes aos princípios do DFE e podem ser consideradas como ferramentas integrantes dessa abordagem maior. Entre essas se destacam:

- a. ***Design for Manufacturing (DFM)***: essa abordagem tem como objetivo principal o desenvolvimento de um produto com um elevado nível de fabricação, com foco na minimização de custos e tempo de produção através da simplificação de suas estruturas, redução do número total de peças, otimização da combinação de materiais, geometria e métodos de fabricação, etc. (RAMANI *et al.*, 2010).
- b. ***Design for Assembly (DFA)***: essa abordagem busca simplificar e facilitar ao máximo os processos de montagem dos produtos e também pode ser associada a projetos que consideram processos e serviços de manutenção (GUIMARÃES, 2012). Normalmente aparece associada ao DFM, formando a conhecida sigla DFMA.
- c. ***Design for Disassembly (DFD)***: essa abordagem é associada ao planejamento de desmontagem dos produtos, possibilitando o acesso a componentes para substituição de partes avariadas e facilitando a separação de componentes e matérias para o processamento e descarte correto dos produtos (MANZINI; VEZZOLI, 2002).
- d. ***Design for Recyclability (DFR)***: essa abordagem busca o desenvolvimento de produtos considerando os processos reciclagem ao final de sua vida útil. A técnica prevê a não combinação de materiais incompatíveis ou que produzam emissões tóxicas ao longo de

seus processos de transformação. Para a otimização de seus resultados pode ser associado à abordagem DFD (GUIMARÃES, 2012; RAMANI *et al.*, 2011).

- e. **Design for Reuse/Remanufacturing (DFRR):** essa abordagem busca a reutilização rentável do produto, considerando reparos, limpezas, substituições de partes/componentes, etc. como formas de extensão da vida útil dos produtos. Pode ser associado a conceitos de concepção modular, plataforma de projeto, família de produtos, projeto para *upgradability*, entre outros (RAMANI *et al.*, 2011; SIMPSON, 2004; UMEDA *et al.*, 2000).

### 3.4.4 Análise dos Modelos de PDP

Como o PDP possui uma vasta literatura, muitas das atividades propostas pelos autores são práticas conhecidas que já foram exaustivamente aplicadas em diversos modelos e podem ser consideradas fundamentais para o processo de desenvolvimento dos produtos, como por exemplo o projeto conceitual e o projeto detalhado. Outras atividades, como a análise da tarefa por exemplo, são menos populares e podem estar intrinsicamente presente entre as atividades propostas.

Os modelos de PDP que apresentam abordagens mais específicas, como o processo criativo ou a sustentabilidade, são exemplos de casos onde as atividades propostas podem apresentar particularidades distintas. A seguir são apresentados alguns modelos disponíveis na literatura que adotam essas perspectivas e que inspiraram o desenvolvimento deste estudo.

#### 3.4.4.1 Modelo de Löbach

O modelo de Löbach (2001) aborda o desenvolvimento de produtos sob a perspectiva do processo criativo, onde o processo de *design* busca encontrar a solução do problema e concretizá-la através de um projeto de produto que adote características específicas para satisfazer as necessidades humanas de forma duradoura. Como elemento criativo, o *designer* percorre quatro diferentes fases para o desenvolvimento de um produto inovador que contemple as características valorizadas pelos usuários: (i) análise do problema, (ii) geração de alternativas; (iii) avaliação das alternativas; e, (iv) realização da solução (Quadro 8).

Embora estruturalmente distintas, na prática essas fases não são exatamente separáveis, e entrelaçam umas as outras, com avanços e retrocessos (LÖBACH, 2001).

Quadro 8. Etapas de um projeto de *design*.

Processo Criativo	Processo de Solução do Problema	Processo de <i>Design</i> (desenvolvimento do produto)
<b>1. Fase de Preparação</b>	<p><b><i>Análise do problema</i></b>            Conhecimento do problema            Coleta de informações            Análise das informações</p> <p>Definição do problema, clarificação do problema, definição de objetivos</p>	<p><b><i>Análise do problema de design</i></b>            Análise da necessidade            Análise da relação social (homem-produto)            Análise da relação com o ambiente (produto-ambiente)            Desenvolvimento histórico            Análise do mercado            Análise da função (funções práticas)            Análise estrutural (estrutura de construção)            Análise da configuração (funções estéticas)            Análise de materiais e processos de fabricação            Patentes, legislação e normas            Análise de sistema de produtos (produto-produto)</p> <p>Distribuição, montagem, serviço a clientes, manutenção            Descrição das características do novo produto            Exigências para com o novo produto</p>
<b>2. Fase de Geração</b>	<p><b><i>Alternativas do problema</i></b>            Escolha dos métodos de solucionar problemas, produção de ideias, geração de alternativas</p>	<p><b><i>Alternativas do design</i></b>            Conceitos de <i>design</i>            Alternativas de solução            Esboços de ideias            Modelos</p>
<b>3. Fase de Avaliação</b>	<p><b><i>Avaliação das alternativas do problema</i></b>            Exame das alternativas, processo de seleção, processo de avaliação</p>	<p><b><i>Avaliação das alternativas de design</i></b>            Escolha da melhor solução            Incorporação das características ao novo produto</p>
<b>4. Fase de Realização</b>	<p><b><i>Realização da solução do problema</i></b>            Realização da solução do problema, nova avaliação da solução</p>	<p><b><i>Solução do design</i></b>            Projeto mecânico            Projeto estrutural            Configuração dos detalhes (raios, elementos de manejo, etc.)            Desenvolvimento de modelos            Desenhos técnicos, desenhos de representação            Documentação do projeto, relatórios</p>

Fonte: Löbach (2001).

**a. Análise do problema:** fase de preparação do processo criativo. As áreas gerenciais das empresas e/ou os especialistas em pesquisas de mercado são responsáveis pela identificação e percepção do problema, enquanto os *designers* são responsáveis por propor uma solução em forma de produto para o problema identificado. Nesta fase todas as informações que possam contribuir para a construção da solução devem ser recolhidas e inúmeros fatores podem ser analisados (veja Quadro 8).

- b. Geração de Alternativas:** fase da produção de ideias baseadas nas análises realizadas. Para a produção de ideias é importante que o *designer* possa trabalhar livremente, sem restrições ou julgamento sobre as ideias iniciais, de modo que sejam geradas muitas alternativas para o problema. Nesta fase criativa é importante que o *designer* execute esboços de ideias ou modelos tridimensionais de todos os detalhes das alternativas mais promissoras, que podem posteriormente ser combinadas em novas alternativas e preparadas para a fase de avaliação.
- c. Avaliação das alternativas:** nesta fase as alternativas elaboradas mais promissoras são avaliadas de acordo com os critérios de aceitação para o novo produto previamente estabelecidos. Existem diversos procedimentos para a avaliação de alternativas, mas em geral, a resposta a duas perguntas contemplam todos os critérios de avaliação: Que importância tem o novo produto para o usuário, para determinado grupo de usuários e para a sociedade? Que importância tem o novo produto para o êxito financeiro da empresa? Dependendo dos objetivos de desenvolvimento do produto, pode-se dar um peso maior a uma delas.
- d. Realização da Solução:** última fase do processo de *design*, onde a alternativa escolhida é materialização, revista, retocada e aperfeiçoada. Pode ser uma das alternativas geradas ou uma combinação das características que melhor atendem critérios estabelecidos encontrados nas várias alternativas geradas. A alternativa considerada melhor é apresentada na forma de um produto que é então convertido através de diversas etapas em um protótipo e cabeça de série. O projeto deve apresentar a estrutura, as dimensões físicas, os acabamentos, elementos de manejo, e todos os desenhos necessários nos seus mínimos detalhes e os textos explicativos. Essa documentação sofre uma avaliação final pela alta administração, onde se decide se o produto será ou não colocado em linha de produção.

#### 3.4.4.2 Modelo de Baxter

O modelo de Baxter (2011) aborda o PDP como um processo de gerenciamento do projeto de produto e adota uma estrutura gerencial (denominada de ferramentas *toolkit*) que se caracterizam por fazer uma abordagem sistemática do problema de desenvolvimento de produtos. O modelo do autor também adota o desenvolvimento de produtos sob a perspectiva do processo criativo, e propõe metodologias orientadas para o mercado e técnicas para

estimular a criatividade na busca de soluções inovadoras. A Figura 7 apresenta esquematicamente as atividades de projeto nas várias etapas do desenvolvimento de produtos. Segundo o autor, essas atividades podem ser classificadas em quatro etapas (Quadro 9):

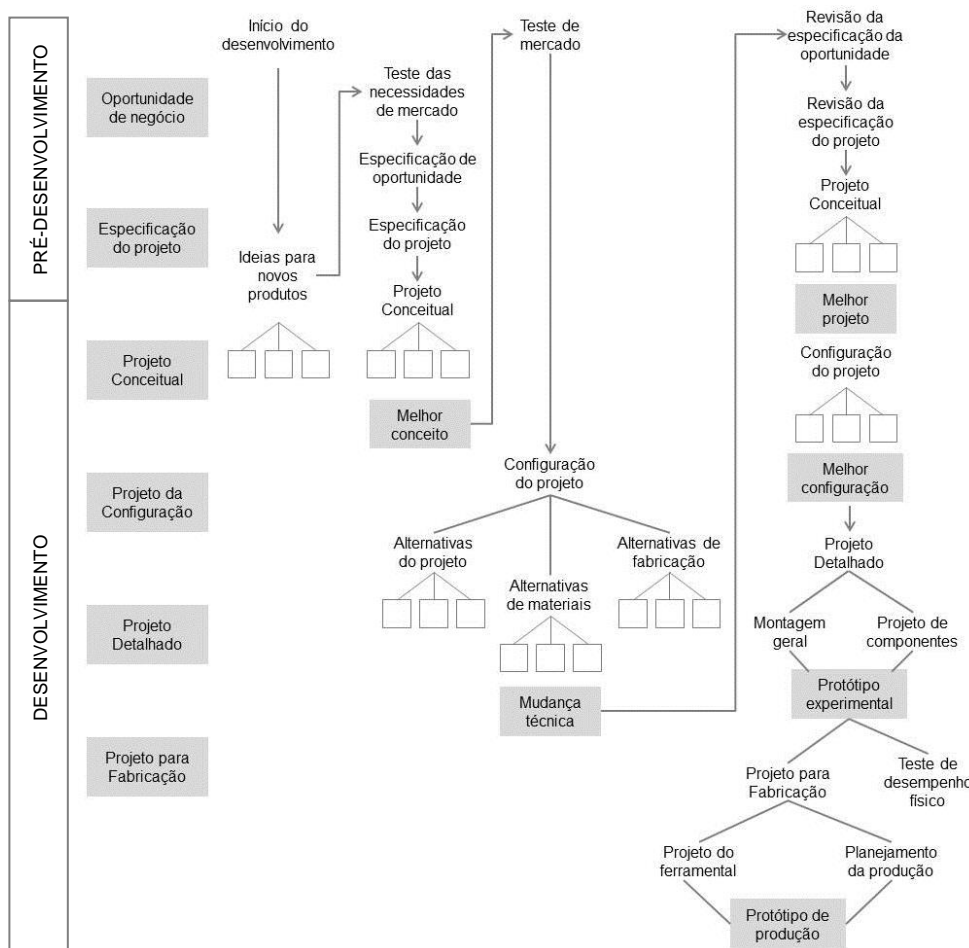


Figura 7. Atividades de projeto nas diferentes etapas do desenvolvimento de produtos.  
 Fonte: Baxter (2011) e El Marghani (2011).

Quadro 9. Classificação das atividades do projeto, segundo o modelo de Baxter (2011)

Ideias preliminares →	Especificação →	Configuração →	Produção
As ideias são submetidas a testes de necessidade do mercado, incluindo potenciais consumidores e vendedores.	Inclui a especificação da oportunidade e do projeto, direcionando-as para o projeto conceitual e a seleção do melhor conceito.	Onde são realizadas as revisões até se chegar à configuração do produto e a seleção da melhor alternativa que será novamente submetida a testes de mercado.	Após a aprovação, são então elaborados os desenhos detalhados do produto e seus componentes, desenhos para fabricação e a construção do protótipo. Após a aprovação final encerra-se o processo de desenvolvimento e libera-se o produto para a produção e lançamento no mercado.



No modelo de Baxter (2011) a fase de desenvolvimento do projeto engloba o projeto conceitual, projeto de configuração, projeto detalhado e projeto para fabricação. O autor ressalta que apesar de estruturalmente o modelo aparecer em fases, ele não é um processo linear, e as atividades podem avançar, retroceder e também estar presente em mais de uma fase do processo simultaneamente.

- a. **Projeto Conceitual:** onde são produzidos os princípios de projeto para o novo produto, satisfazendo as exigências dos consumidores e diferenciando-se dos outros produtos existentes no mercado. Deve, especificamente, mostrar como será feito o novo produto para atingir os benefícios básicos, compreendendo claramente as necessidades do consumidor e conhecendo os produtos concorrentes. Baseado nessas informações, o projeto conceitual constrói uma série de princípios de funcionamento e estilo.
- b. **Projeto de Configuração:** começa com o conceito escolhido e termina com o protótipo desenvolvido e testado. Compreende as fases de geração de ideias, seleção de ideias, análise das possibilidades de falha e seus efeitos, e construção e teste do protótipo. Ao final do processo é construído um memorial descritivo do projeto contendo seus desenhos técnicos e protótipos, a análise das falhas e os resultados dos testes com os protótipos.
- c. **Projeto Detalhado:** trabalha a partir do memorial descritivo fornecido pelo projeto de configuração e determina como o produto será produzido. Esse processo envolve decisões como: fabricar ou comprar os componentes de terceiros, a descrição do processo produtivo, ferramentas a serem utilizadas e os materiais empregados. Ao final dessa fase deve existir um conjunto completo de especificações do produto, desenhos técnicos e procedimentos para controle de qualidade que permitam a conferência das metas durante a produção.
- d. **Projeto para Fabricação:** após o término da configuração do produto e suas avaliações são elaboradas as especificações para a fabricação. Essas especificações dependem dos processos de fabricação que serão utilizados e já devem ter sido pensados nos estágios do projeto conceitual e configuração. As especificações para a fabricação devem incluir os desenhos técnicos, as especificações para a produção, materiais, máquinas e ferramentas a serem utilizadas e os acabamentos necessários. Deve também incluir um fluxograma indicando como serão realizadas as montagens das peças.

### 3.4.4.3 Modelo de El Marghani

O modelo de El Marghani (2011), intitulado Processo de *Design* no Nível Operacional (PDO), tem como objetivo detalhar as atividades de *design* dentro do processo de desenvolvimento. Ele busca aproximar as áreas de engenharia e *design*, auxiliando profissionais da área a visualizar as atividades necessárias para o processo (Figura 8).

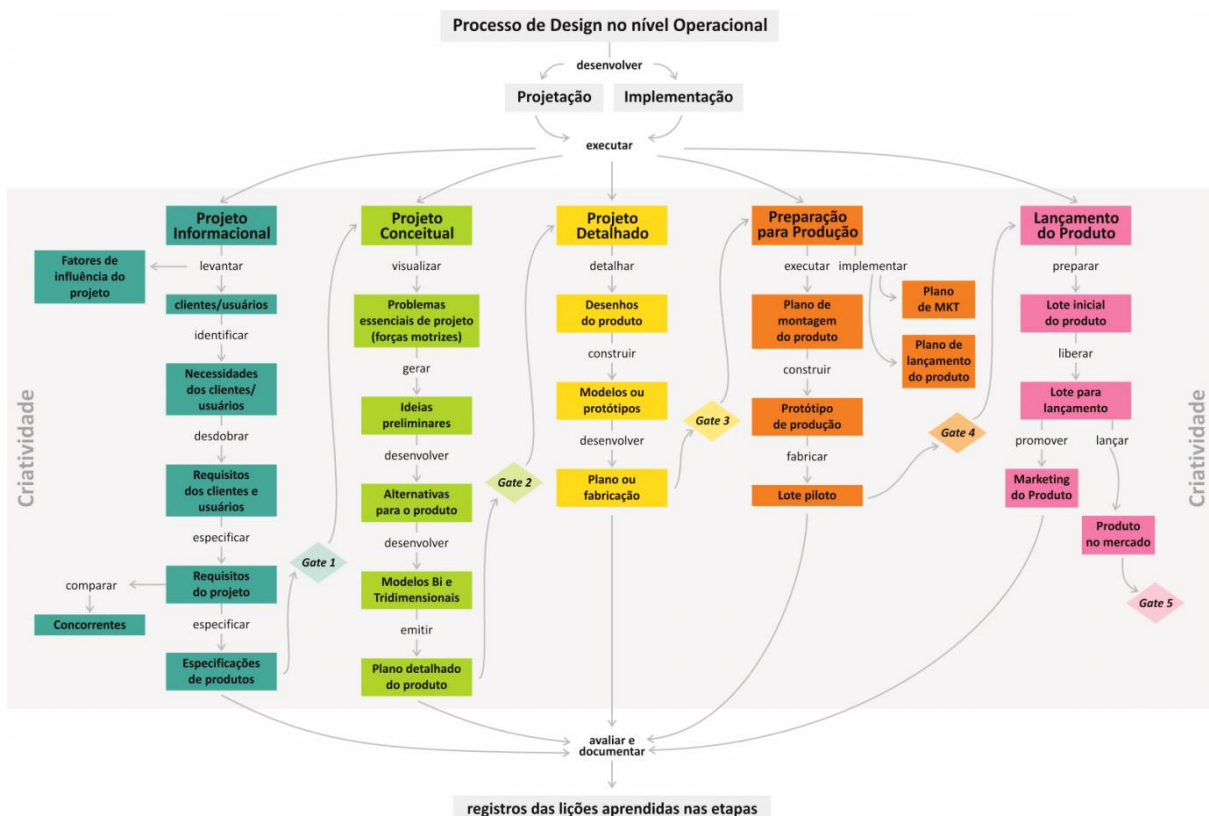


Figura 8. Processo de *Design* no nível Operacional. Fonte: El Marghani (2011).

A estrutura do modelo apresenta-se dividido nas etapas projeção e implementação e desdobram-se nas seguintes fases:

- Projeto Informacional:** fase onde são formuladas as especificações do projeto.
- Projeto Conceitual:** fase onde são definidas as melhores configurações para o produto, que resultaram do processo de negociação entre todas as características que agregam valor para os clientes e usuários.
- Projeto Detalhado:** fase onde as informações do projeto conceitual são transformadas em informações técnicas para a produção industrial e é estabelecido o plano de produção do produto.

- d. Preparação para Produção:** fase onde começa o desenvolvimento do plano de montagem do produto e a fabricação de um lote piloto; as primeiras peças são produzidas para avaliação dos procedimentos de montagem.
- e. Lançamento do Produto:** fase que engloba a produção do lote inicial, implementação do plano de marketing e o lançamento do produto no mercado.

Cada fase é composta por um conjunto de atividades que seguem para *gates* de revisão, onde a documentação das informações e as lições aprendidas são registradas. O Anexo B apresenta as etapas, atividades e tarefas que devem ser desenvolvidas ao longo do PDO. A autora também sugere a utilização de uma série de métodos e ferramentas ao longo do desenvolvimento das atividades do modelo (EL MARGHANI, 2010). Dentre essas estão:

- Questionários, *checklist*, entrevistas, técnicas de pesquisa social (como observações e inquirições);
- Conceitos de percepção do produto e do usuário (percepções técnicas, ergonômicas, estéticas, psicológicas, sociais, etc.), técnicas de cenários, QFD. Análise SWOT;
- Análise da tarefa, experimentações do usuário e avaliação da usabilidade, análise ergonômica do produto;
- Métodos de representação do produto, como ilustrações, fotografias, *renderings*, *mockups*, protótipos, modelos, etc.

#### 3.4.4.4 Modelo de Ulrich e Eppinger

O modelo de Ulrich e Eppinger (2012) adota uma estrutura genérica para o Projeto e Desenvolvimento de Produtos composto por seis fases, como ilustra a

Figura 9. Embora a abordagem do modelo não adote explicitamente as perspectivas do processo criativo ou da sustentabilidade, os autores propõem atividades direcionadas a essas questões ao longo do modelo.

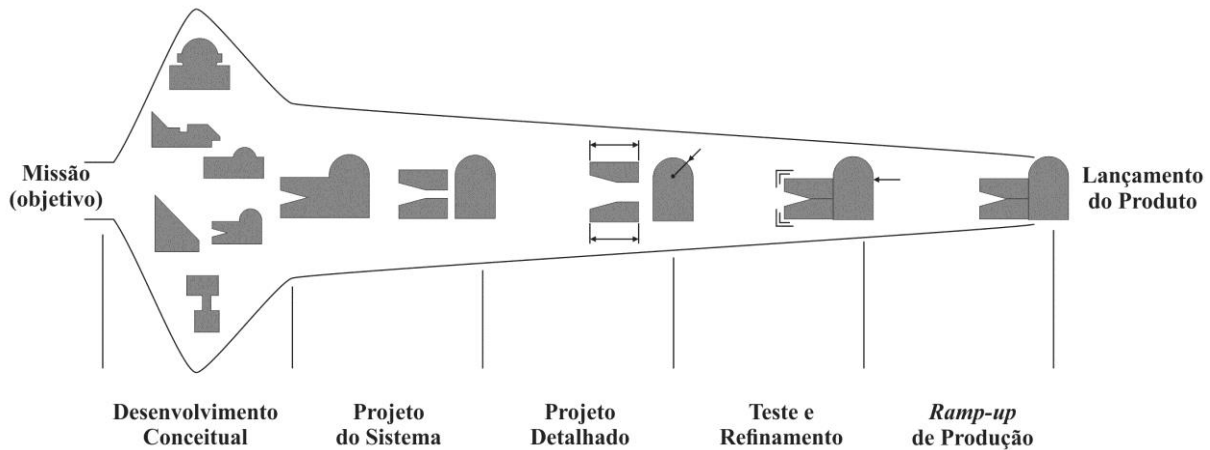


Figura 9. Modelo genérico do Projeto e Desenvolvimento de Produto.

- a. **Planejamento:** é considerada a fase ‘zero’ do processo porque precede a aprovação do projeto e o lançamento do atual processo de desenvolvimento do produto. Esta fase começa com a identificação da oportunidade guiada pela estratégia corporativa e inclui a avaliação de desenvolvimentos tecnológicos e objetivos de mercado. O resultado da fase é a declaração da missão (objetivo), o qual especifica o mercado alvo do produto, as metas de negócio, principais pressupostos e restrições.
- b. **Desenvolvimento Conceitual:** nesta fase as necessidades do mercado alvo são identificadas, são geradas e avaliadas as alternativas de conceito para o produto e um ou mais conceitos são selecionados para futuro desenvolvimento e testes.
- c. **Projeto do Sistema:** esta fase inclui a definição da arquitetura do produto, a decomposição do produto em subsistemas e componentes e o projeto preliminar dos componentes-chave. É desenvolvido o plano inicial para o sistema de produção e montagem.
- d. **Projeto Detalhado:** esta fase inclui o desenvolvimento da especificação completa (geometria, materiais, tolerâncias, etc.) para todos os componentes do produto e identifica os padrões para compras com fornecedores. O plano do processo é estabelecido e o ferramental para produção é projetado.
- e. **Teste e Refinamento:** esta fase envolve a construção e avaliação das versões preliminares do produto. São desenvolvidos protótipos para avaliação de performance e confiabilidade antes do envio a produção final.
- f. **Ramp-up de Produção:** nesta fase o produto é feito usando o sistema de produção pretendida. Os produtos são, por vezes, fornecidos aos clientes preferenciais e são cuidadosamente avaliados para identificar quaisquer falhas remanescentes. Assim, a

transição para a fase de produção final ocorre de forma gradual e o produto é lançado. Ocorre uma revisão do projeto logo após o lançamento para avaliar as perspectivas comerciais e técnicas, assim como para identificar possíveis melhorias no desenvolvimento de projetos futuros.

Ulrich e Eppinger (2012) também identificam algumas responsabilidades e atividades-chave para as funções das equipes de marketing, *design* e engenharia (constantemente envolvidas no processo) durante cada fase de desenvolvimento. Representantes de outras funções como pesquisa, finanças, gestão de projeto e vendas também podem ser inseridos no processo e possuem papéis-chave em pontos específicos do projeto, como os autores apresentam no Quadro 10. O Anexo C apresenta o detalhamento das atividades, passos e reflexões para cada uma das fases do modelo.

Quadro 10. Processo genérico de desenvolvimento de produto

	Planejamento	Desenvolvimento Conceitual	Projeto do Sistema	Projeto Detalhado	Teste e Refinamento	Ramp-up de Produção
Marketing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Articular oportunidade de mercado</li> <li>- Definir segmento de mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selecionar as necessidades dos consumidores</li> <li>- Identificar os usuários líderes</li> <li>- Identificar os produtos concorrentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver plano para opções de produto e extensão para família de produtos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver plano de marketing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver material promocional e lançamento do produto</li> <li>- Facilitar teste de campo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispor a produção inicial com consumidores-chave</li> </ul>
Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considerar plataforma e arquitetura do produto</li> <li>- Avaliar novas tecnologias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigar conceitos de produtos possíveis</li> <li>- Desenvolver conceitos de desenho industrial</li> <li>- Construir e testar protótipos experimentais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver arquitetura do produto</li> <li>- Definir subtemas e interfaces principais</li> <li>- Redefinir o desenho industrial</li> <li>- Engenharia de componentes preliminares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir geometria das partes</li> <li>- Escolher materiais</li> <li>- Especificar tolerâncias</li> <li>- Completar a documentação de controle do desenho industrial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Testar o desempenho global, confiabilidade e durabilidade.</li> <li>- Obter aprovações regulamentares</li> <li>- Avaliar impactos ambientais</li> <li>- Implementar mudanças no <i>design</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliar os resultados iniciais da produção</li> </ul>

*continua...*

Quadro 10. Processo genérico de desenvolvimento de produto

	Planejamento	Desenvolvimento Conceitual	Projeto do Sistema	Projeto Detalhado	Teste e Refinamento	Ramp-up de Produção
<b>Manufatura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar restrições de produção</li> <li>- Definir estratégia de cadeia de suprimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimar custos de manufatura</li> <li>- Avaliar possibilidades de produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar fornecedores para os componentes-chave</li> <li>- Executar a análise de compras</li> <li>- Definir o esquema final de montagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir processos de produção das peças</li> <li>- Projetar ferramental</li> <li>- Definir a garantia de qualidade dos processos</li> <li>- Começar a aquisição de <i>long-lead tooling</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilitar <i>ramp-up</i> dos fornecedores</li> <li>- Redefinir processos de fabricação e montagem</li> <li>- Treinar trabalhadores</li> <li>- Refinar a garantia de qualidade dos processos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Começar a operação completa do sistema de produção</li> </ul>
<b>Outras Funções</b>	<p><i>Pesquisa:</i> Demonstrar tecnologias disponíveis</p> <p><i>Financeiro:</i> Fornecer planejamento de metas</p> <p><i>Gestão Geral:</i> Alocar recursos do projeto</p>	<p><i>Financeiro:</i> facilitar análise econômica</p> <p><i>Legal:</i> investigar questões relacionadas a patentes</p>	<p><i>Financeiro:</i> facilitar a análise de compras</p> <p><i>Serviços:</i> investigar questões relacionadas a serviços</p>		<p><i>Vendas:</i> desenvolver plano de vendas</p>	<p><i>Gestão Geral:</i> conduzir revisão de pós-projeto</p>

Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2012).

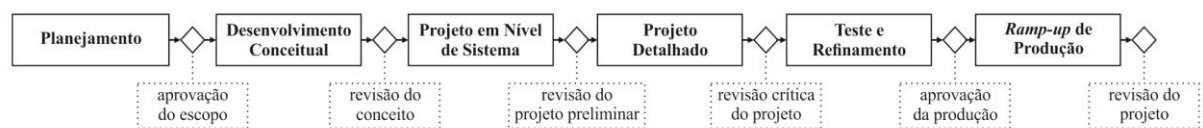
Esse modelo genérico, de acordo com Ulrich e Eppinger (2012), funciona como um processo usado para uma situação de *market-pull*, onde a empresa começa a desenvolver um produto a partir da identificação de uma oportunidade de mercado e usa as tecnologias disponíveis necessárias para satisfazer as necessidades desses consumidores em potencial. Dentro do conceito desse sistema o autor apresenta algumas variantes comuns referentes aos tipos de produtos, como:

- *Produtos Technology-push:* a equipe começa com uma nova tecnologia e busca um mercado apropriado. Ex.: Gore-Tex (tecido sintético impermeável usado em roupas).
- *Produtos de plataforma:* a equipe assume que um novo produto será construído a partir de um subsistema tecnológico já estabelecido. Ex.: computadores, impressoras, etc.
- *Produto de processo intensivo:* produtos que são altamente restringidos pelo processo de produção. Ex.: cereal matinal, químicos, semicondutores, etc.
- *Produtos customizados:* novos produtos com leves variações de configurações existentes. Ex.: motores, baterias, etc.

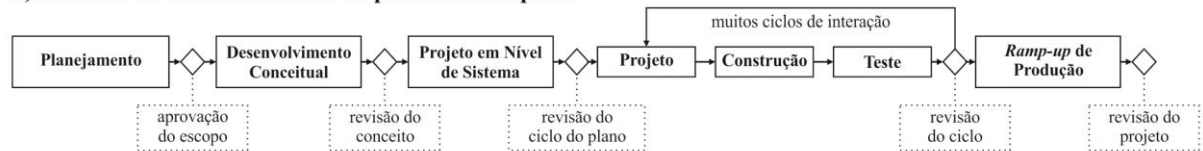
- *Produtos de alto risco*: incertezas técnicas ou de mercado criam altos riscos de falha. Ex.: produtos farmacêuticos, etc.
- *Produtos de construção rápida*: modelagem rápida e prototipagem permitem muitos ciclos projeto-construção-teste. Ex.: softwares, celulares, etc.
- *Produtos com sistemas complexos*: sistemas que podem ser decompostos em vários subsistemas e muitos componentes. Ex.: aviões, automóveis, etc.

Ulrich e Eppinger (2012) argumentam que o projeto e desenvolvimento de produtos geralmente apresenta um fluxo estruturado de atividades e informações que pode variar de acordo com o tipo de produto em desenvolvimento. Para o modelo proposto pelos autores, três configurações podem ser identificadas: modelo genérico, modelo em espiral e modelo com sistemas complexos. No modelo genérico (Figura 10a), aplicável aos produtos *market-pull*, *technology-push*, plataforma, processo intensivo, customizados e alto risco, cada fase é seguida de um *gate* de revisão antes de prosseguir para a fase seguinte. Nos produtos de construção rápida um modelo em espiral nas fases de projeto detalhado, prototipagem e teste permite a repetição das atividades (Figura 10b). Já nos produtos com sistemas complexos (Figura 10c) primeiro o projeto é estabelecido dentro da organização e o fluxo é utilizado para explicar o processo para a equipe de desenvolvimento, este apresenta a decomposição do trabalho em fases paralelas sobre os diversos subsistemas e componentes.

a) Processo genérico de desenvolvimento de produto



b) Processo de desenvolvimento de produto em espiral



c) Processo de desenvolvimento de produto com sistemas complexos

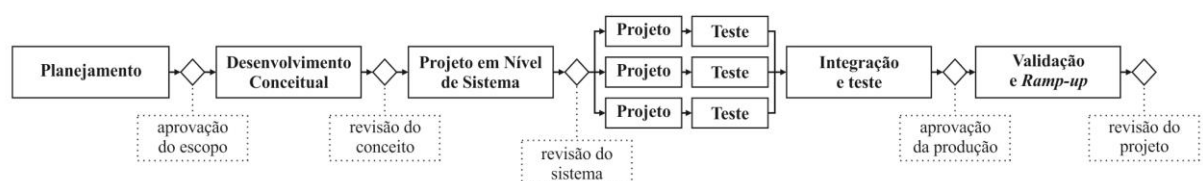


Figura 10. Diagrama de possibilidades para o fluxo de atividades e informações no modelo de Projeto e Desenvolvimento de Produtos de Ulrich e Eppinger. Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2012).

### 3.4.4.5 Modelo de Vezzoli, Kohtala e Srinivasan

O Método Modular para Sistema de Projeto Orientado à Sustentabilidade (*Modular Method for System Design for Sustainability – MSDS*) proposto por Vezzoli *et al.* (2014) tem como objetivo direcionar todo o processo de desenvolvimento de sistema de inovação para a sustentabilidade. Embora a abordagem do modelo não adote explicitamente as perspectivas do processo criativo, os autores propõem atividades direcionadas a essas questões ao longo do modelo.

O MSDS pode ser usado tanto por um único projetista quanto por um grupo de criação mais amplo, assim como por empresas, instituições públicas e organizações não governamentais. Seu foco está em facilitar os processos de *co-design*, dentro da própria organização (entre pessoas de diferentes equipes/áreas) e suas relações externas, trazendo diferentes atores socioeconômicos e usuários finais para o processo. O método é organizado em etapas, processos e subprocessos, e é caracterizado por uma estrutura modular e flexível, que pode ser facilmente adaptada às necessidades específicas dos *designers* e empresas para diversos contextos de concepção. O Quadro 11 apresenta os estágios do MSDS e seus respectivos objetivos e processos. O Anexo D apresenta os processos, subprocessos e os resultados para cada estágio do MSDS.

Quadro 11. Estágios do MSDS e seus respectivos objetivos e processos

Estágio	Objetivo	Processos
<b>Análise Estratégica</b>	Obter a informação necessária para facilitar a geração de um sistema de inovação de ideias sustentáveis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar os proponentes do projeto e delinear o contexto de intervenção</li> <li>- Analisar o contexto de referência</li> <li>- Analisar a estrutura de suporte do sistema</li> <li>- Analisar casos de melhores práticas sustentáveis*</li> <li>- Analisar a sustentabilidade do sistema existente e determinar prioridades para a intervenção de projeto em vista da sustentabilidade*</li> <li>- Avaliação da suficiência necessária**</li> </ul>
<b>Explorar Oportunidades</b>	Fazer um catálogo de possibilidades estratégicas promissoras disponíveis ou, em outras palavras, um cenário de projeto orientado à sustentabilidade e/ou um conjunto de ideias promissoras para um sistema sustentável.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geração de ideias orientadas à sustentabilidade*</li> <li>- Exploração de oportunidade de suficiência**</li> <li>- Delinear um cenário de projeto orientado à sustentabilidade</li> </ul>

*continua...*



Quadro 11. Estágios do MSDS e seus respectivos objetivos e processos

Estágio	Objetivo	Processos
<b>Projetar Conceitos do Sistema</b>	Determinar um ou mais conceitos do sistema orientados para a sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selecionar grupos de ideias e/ou ideias individuais</li> <li>- Desenvolver conceitos do sistema</li> <li>- Avaliação ambiental, sócio ética e econômica*</li> <li>- Projeto de suficiência de sistemas **</li> </ul>
<b>Projetar Detalhes do Sistema</b>	Desenvolver os conceitos do sistema mais promissor na versão detalhada necessária para sua implementação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhar o projeto do sistema</li> <li>- Desenvolver a implementação do sistema de suficiência</li> <li>- Avaliação ambiental, sócio ética e econômica*</li> <li>- Avaliação da suficiência do projeto **</li> </ul>
<b>Comunicação</b>	Elaborar relatórios para comunicar a ideia geral e todas as características sustentáveis do sistema projetado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar a documentação para a comunicação de sustentabilidade</li> <li>- Comunicação da suficiência do projeto **</li> </ul>

\*Processos orientados à sustentabilidade; \*\*Projeto para processos de suficiência econômica.

Fonte: Adaptado de Vezzoli *et al.* (2014).

O MSDS apresenta no conceito de sua estrutura modular os seguintes tópicos:

- a. **Etapas processuais:** todas as etapas podem ser usadas ou selecionadas de acordo com os requisitos específicos do projeto.
- b. **Ferramentas:** o método é acompanhado por uma série de ferramentas, sendo possível selecionar quais serão utilizadas durante o processo de concepção.
- c. **Dimensões da sustentabilidade:** o método leva em consideração as três dimensões da sustentabilidade (ambiental, sócio ético e econômico). É possível escolher a dimensão a ser trabalhada.
- d. **Integração de outras ferramentas e atividades:** o método permitir a inserção de ferramentas que não foram especificamente desenvolvidos para ele. Também é possível modificar as atividades existentes ou adicionar novas atividades de acordo com os requisitos específicos do projeto de *design*.

#### 3.4.4.6 Modelo de Platcheck *et al.*

A Metodologia de *Ecodesign* para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis proposta por Platcheck *et al.* (2008) sugerem a inserção de uma série de variáveis de *ecodesign* ao longo de seus estágios. A metodologia é composta por quatro fases: (i) *Briefing*;

(ii) Desenvolvimento; (iii) Projetação; e, (iv) Comunicação. A variável ambiental foi inserida na metodologia para o desenvolvimento de produtos a fim de satisfazer os assuntos que envolvem a administração ambiental e o desenvolvimento sustentável (veja detalhes no Anexo E). Isso implica que os objetivos de projeto definidos na primeira etapa do PDP já levam em consideração as possibilidades do projeto de EOL.

**a. Briefing:** composto por estádios diferentes e interligados, como: identificação do cliente, definição do problema, objetivos e metas a serem alcançados durante a fase de projeção, restrições que impedem a plena satisfação desses objetivos e metas, agenda, programa de trabalho, e custos do projeto. Os autores argumentam que definição do problema é o reconhecimento das necessidades do usuário para a realização das tarefas envolvidas no desempenho do produto. Para tal, eles propõem que seis questões básicas referentes ao problema/necessidade devem ser respondidas: (i) Qual é o problema/necessidade?; (ii) Quem o tem?; (iii) Como ele acontece?; (iv) Quando ele acontece?; (v) Onde ele acontece?; e, (vi) Porque ele acontece?. Essas questões levam à realização de uma pré-pesquisa e a identificação de tendências que correspondem a uma ou mais necessidades, das quais irão derivar o problema (ponto de referência para o projeto). O problema resulta na não adaptação entre um sistema e seu contexto ou ambiente imediato ou entre sistemas e subsistemas. Esta situação de não adaptação está relacionada ao fato de que certas necessidades não estão sendo satisfeitas, ou seja, o sistema está em desequilíbrio. Isso implica que a análise das necessidades deve ir além do simples uso do produto e deve considerar as várias etapas do processo sob a perspectiva de conceitos como *Design for Assembly* (DFA), *Design for Maintenance*, *Design for Disassembly*, etc. As metas são as declarações que indicam os objetivos e ações a serem alcançados com o projeto de *ecodesign*. Assim, os fatores ambientais devem ser incluídos como objetivos, como por exemplo a redução dos impactos ambientais causados pela extração e transformação da matéria-prima, pelos processos de produção e transformação, uso ou descarte do produto. As restrições do projeto são variáveis não controladas relacionadas ao problema do projeto e indicam as limitações na fase de projeção, estabelecendo posições que devem ser mantidas e respeitadas. Os fatores ambientais incluem considerações como o descarte do produto no final do ciclo de vida, o descarte de resíduos de matéria-prima durante o processo de produção, e o consumo de energia durante o uso.

**b. Desenvolvimento:** é a fase analítica para a entrada de dados para o processo de projeção, onde, em vez de buscar soluções imediatas para os problemas descritos na fase anterior, é feita uma análise da situação sobre como os problemas e necessidades estão

atualmente sendo resolvidos. Esta fase é um aumento do estado da arte, onde os recursos são utilizados como registros fotográficos, vídeos, entrevistas, pesquisas, relatórios, estudos, coleta de artigos, publicações, etc., para ter conhecimento dos pontos importantes, desde como os problemas são resolvidos na situação atual às possibilidades de sistemas mecânicos, materiais e/ou sistemas de controle que podem ser adicionados na solução final. Nos processos produtivos dos produtos similares atuais, deve ser considerado não apenas os processos de produção e transformação, linha de montagem, aspectos administrativos e técnicos do fabrico, mas também o consumo de água e energia, a origem das matérias-primas, os tipos de resíduos gerados e o destino destes. Para tal, os autores propõem fazer uma análise de problemas, produtos e funções similares, composta por sete etapas: (i) análise histórica; (ii) análise estrutural; (iii) análise funcional; (iv) análise ergonômica; (v) análise morfológica; (vi) análise de mercado; e, (vii) análise técnica. Essa análise dos similares, além de todos os aspectos estruturais, funcionais, ergonômicos e de marketing, deve incluir os aspectos ambientais da seguinte forma: análise dos aspectos do ciclo de vida, montagem e desmontagem, embalagem e transporte, reciclagem após o descarte, geração de resíduos durante a vida útil, processos de produção, uso de matéria-prima e suas fontes, geração/gasto de energia no processo de produção e uso do produto.

- c. **Projetação:** é composta por estágios como a síntese do estado da arte, geração de alternativas, e desenhos técnicos da solução final. No estágio de síntese os objetivos são analisados e os parâmetros projetuais para o novo produto são determinados com base na análise dos similares e no estado da arte. No estágio de geração de alternativas, a criatividade deve ser usada para tentar gerar soluções originais, e recomenda-se o uso de técnicas de criatividade (ex. *brainstorming*, método 635, desenvolvimento de modelos tridimensionais). Na fase dos desenhos técnicos, todas as especificações técnicas para a produção são determinadas (ex. desenhos, materiais e processos de produção).
- d. **Comunicação:** é considerada uma fase diferente devido à complexidade e importância para projetos futuros. Aqui é onde os dados são compilados, e relatórios e suportes visuais são organizados.

### 3.4.4.7 Conclusões sobre as Abordagens dos Modelos de PDP

A análise das atividades que compõem os modelos discutidos anteriormente também levou a observação de algumas características importantes.

Os modelos de Löbach (2001), Baxter (2011) e El Marghani (2011), embora não apresente atividades diretamente ligadas as questões sustentáveis, adotam alguns procedimentos que contribuem para a avaliação do ciclo de vida dos produtos. Por exemplo, quando os autores propõem a análise das necessidades dos usuários, das funções práticas e estéticas, e das relações homem-produto-ambiente (citado por Löbach), estão analisando a fase de utilização do produto, a qual tem grande influência sobre aspectos referentes a forma que o produto deverá ter e também sobre as funções que ele irá oferecer. Esses dois aspectos, forma e função, são o coração do projeto de um produto e determinam outras questões importantes, como os materiais e os processos de produção, que tem potencial de intervir tanto de forma positiva quanto negativa nos impactos do produto sobre o ambiente, a sociedade e a economia da empresa que irá produzi-lo. Dessa forma, pode-se pressupor que a perspectiva adotado pelo projetista ao utilizar um modelo é que irá direcionar se o projeto será ou não orientado para a sustentabilidade.

O modelo de Projeto e Desenvolvimento de Produtos de Ulrich e Eppinger (2012) propõe apenas na fase de ‘Teste e Refinamento’ uma atividade de avaliação dos impactos ambientais. Entretanto, nas discussões apresentadas pelos autores sobre a abordagem DFE, é possível visualizar a sua integração ao longo de todas as etapas do modelo, como ilustra a Figura 11. Quando sob essa perspectiva, o modelo proposto pelos autores integra o DFE desde o início do processo como parte das metas do projeto e possibilita o desenvolvimento de produtos melhor orientados a sustentabilidade.

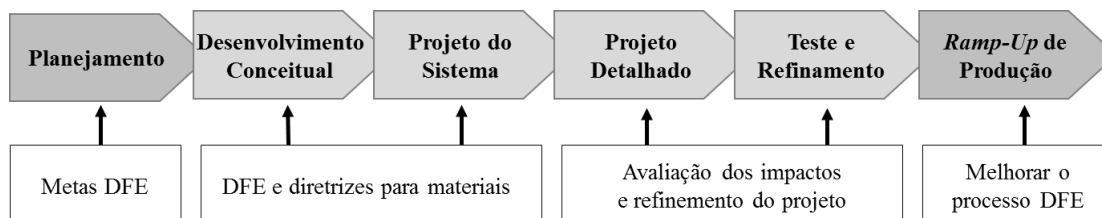


Figura 11. DFE no Projeto e Desenvolvimento de Produtos.  
 Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2012).

Vezzoli *et al.* (2014) são os autores que propõem uma abordagem do desenvolvimento de produtos mais diferenciada dos modelos analisados, tanto em relação as atividades

desenvolvidas quanto em relação a própria estrutura que os modelos geralmente costumam adotar. O modelo MSDS apresentado pelos autores propõe uma investigação concentrada nas atividades de análise estratégica e busca de oportunidades que possibilitem a geração de ideias sustentáveis a partir do contexto socioeconômico (macrotendências socioeconômicas, tecnológicas e culturais) para desenvolver sistemas de produtos e serviços. Essa perspectiva diferente parece querer alinhar-se a tão discutida questão de que as considerações para o desenvolvimento de produtos sustentáveis devem ser planejadas e trabalhadas nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento, atuando como uma meta para o projeto e uma estratégia para a empresa.

O modelo de Platcheck *et al.* (2008) sugere a inserção de uma série de variáveis de *ecodesign* ao longo dos estágios da metodologia proposta. Os autores consideram que as necessidades do usuário devem abranger mais do que o uso simples do produto, passando pela substituição de peças e subsistemas, até a desmontagem final do produto para a recuperação de seus materiais. Isso implica que os objetivos de projeto definidos na primeira etapa do PDIP já levam em consideração as possibilidades do projeto de EOL.

Complementarmente, a análise do estudo desenvolvido por El Marghani (2011) permite adicionar a essas considerações outros pontos relevantes. Durante a construção do modelo PDO, a autora submeteu-o a uma avaliação por um grupo de especialistas que forneceram importantes contribuições para seu estudo, e que podem ser também aplicáveis ao modelo que está sendo proposto. Segundo El Marghani (2011), entre as avaliações recebidas, as seguintes observações foram feitas:

- Sugere-se, no Projeto Informacional, após a definição dos requisitos de projeto inserir uma atividade de requisitos do produto;
- Sugere-se, no Projeto Detalhado, que as atividades sejam desempenhadas por uma equipe interdisciplinar, pois existe a necessidade de uma equipe de projeto com habilidades para comunicação e negociação para que sejam executados os devidos refinamento e melhorias de harmonização entre as diversas atividades da fase;
- Sugere-se, no Projeto Detalhado, que sejam consideradas atividades de desenvolvimento do plano de produção, assim como o desenvolvimento de catálogos, manuais, ferramental e outros objetos gerados por essa etapa;
- Sugere-se que, ao início de cada etapa seja desenvolvido um *checklist* de todas as atividades a serem desenvolvidas e, ao final de cada etapa, que se registrem as lições aprendidas e um plano de implementação para a melhoria do processo.



## 4 ESTADO DA ARTE

Este capítulo apresenta uma síntese das principais contribuições e lacunas identificadas através da literatura que forjaram a base referencial para a construção do modelo Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade.

### 4.1 NECESSIDADES E OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS

Embora a discussão sobre a sustentabilidade e sua importância para o desenvolvimento de produtos ser um tema que já vem sendo evidenciado pelos autores há aproximadamente 50 anos, a produção de modelos de desenvolvimento de produtos que tenham essa abordagem é ainda bastante recente. Uma justificativa para isso pode estar ligada as ideias propostas por Santos (2000) e Suarez *et al.* (2009), que apontam uma tendência de relacionamento entre marcos históricos, evolução do *design*, dos processos de produção e gestão da qualidade, com os conceitos que influenciam as atividades propostas na concepção de novos modelos de PDIP. Esse argumento fica mais evidente a partir da análise de modelos e métodos de PDIP recentemente desenvolvidos, que vem buscando inserir em suas atividades e tarefas requisitos que atendam as questões sustentáveis, embora muitas vezes em versões ainda tímidas, como argumentam Mattioda *et al.* (2015). Hynds *et al.* (2014) e Bovea e Pérez-Belis (2012) afirmam ainda que apesar de existirem muitos *frames* de sustentabilidade, normalmente eles são falhos em atender às necessidades das empresas porque se concentram em formas mais amplas e não fornecem orientações detalhadas o suficiente para os profissionais diretamente envolvidos nas atividades do PDIP.

Essa percepção do estágio ainda inicial do processo de geração de modelos de PDIP com foco em sustentabilidade gerou a oportunidade para o desenvolvimento deste estudo, uma vez que a necessidade de modelos com essa abordagem tende a aumentar substancialmente nos próximos anos. Neste sentido, a proposta desta tese foi desenvolver um modelo de PDIP que atendesse, pelo menos em parte, as necessidades dos projeto de produtos orientados à sustentabilidade apontadas na literatura. Dessa forma, buscou-se identificar entre as publicações e modelos analisados as principais considerações que devem integrar os modelos de PDIP com foco em sustentabilidade. Essas considerações são discutidas a seguir.

Para Bovea e Pérez-Belis (2012) e Hallstedt *et al.* (2013) as empresas que desenvolvem produtos sustentáveis devem voltar sua atenção ao ciclo de vida completo dos produtos e ampliar a sua análise para uma perspectiva do sistema como um todo. Isso inclui considerar todos os *stakeholders* envolvidos no processo, desde o início da cadeia produtiva até o processo de descarte e recuperação dos produtos ao final de sua vida útil, assim como, a adoção de uma abordagem de multicritérios, onde o desenvolvimento dos requisitos tradicionais do produto consideram os potenciais impactos do projeto já nas primeiras atividades do PDIP. Cherifi *et al.* (2014) complementam que a habilidade das empresas de oferecer projetos direcionados as questões sustentáveis juntamente aos parâmetros de uso dos produtos, que devem atender fatores ambientais e necessidades sociais, são pontos fundamentais para processo de criação de produtos que visam uma abordagem eco inovadora. Younesi e Roghanian (2015) acrescentam ainda que essa abordagem integrada do projeto de produtos sustentável deve basear-se nas necessidades dos usuários, no desempenho ambiental e no desempenho econômico.

Para Chou *et al.* (2015) conhecer as necessidades dos usuários e o seu comportamento possibilita que as empresas forneçam soluções que reflitam o que realmente tem valor para eles. Através da análise do seu contexto de vida é possível avaliar a interação do usuário com o produto e identificar o seu comportamento de consumo, e assim, desenvolver produtos que respondam as suas necessidades de usabilidade e também estejam de acordo com a sua capacidade de aquisição, tanto financeira quanto geográfica, cultural, etc. (MACDONALD; SHE, 2015; D'ANNA; CASCINI, 2016). Para Singh *et al.* (2014) esta análise permite ainda orientar o comportamento dos consumidores em um sentido ambientalmente mais correto e desenvolver estratégias para o fim da vida do produto que as pessoas efetivamente tenham condições de participar. Neste aspecto, a abordagem do projeto também integra as considerações ambientais, e passa a assumir uma perspectiva mais completa da sustentabilidade e do ciclo de vida do produto. As questões referentes ao desempenho ambiental, diretamente associadas ao consumo de recursos e emissões de resíduos, rapidamente transforma-se em questões econômicas, pois refletem na escassez dos recursos que com o tempo se tornarão mais caros para produzir e processar (KÖHLER, 2013), e na responsabilidade sobre o tratamento adequado dos resíduos emitidos, regulamentos por normas e legislações (GEHIN *et al.*, 2008; AJUKUMAR; GANDHI, 2013).

Um importante ponto dos projetos sustentáveis diretamente relacionado a essas questões é a seleção dos materiais utilizados na fabricação dos produtos. Grande parte da reponsabilidade sobre os impactos que os produtos poderão provocar sobre o ambiente e a



sociedade é originário dos materiais que os compõem (ZARANDI *et al.*, 2011). Esses impactos começam nos processos de extração das matérias-primas, passam pelo seu processamento, pela sua transformação em produtos manufaturados, pela utilização ao longo da vida útil do produto, até chegarem ao descarte, onde começa o ciclo de recuperação dos materiais. Aqui, novamente a perspectiva do ciclo de vida completo do produto é um fator chave e deve estar integrado aos outros fatores que formulam o processo de seleção de materiais, como por exemplo as informações sobre o projeto e a função do produto (HUANG *et al.*, 2011; TAMBOURATZIS *et al.*, 2014).

O planejamento estratégico das empresas sobre seus projetos parece ser mesmo a principal arma para garantir que os produtos desenvolvidos por elas atendam aos requisitos da sustentabilidade. Como já argumentado por muitos autores, quanto mais uma empresa estudar seus projetos para planejar as atividades de desenvolvimento dos seus produtos, melhores serão os resultados do seu desempenho sobre os aspectos ambientais, econômicos e sociais (GUNASEKARAN; SPALANZANI, 2012; HALLSTEDT *et al.*, 2013; ALBLAS *et al.*, 2014; DANGELICO, 2015). Ou seja, quando o projeto de um produto considera os possíveis impactos que ele pode causar ao longo das fases da sua vida, ele avalia como, onde e quando este produto pode afetar o ambiente, e conseqüentemente, a sociedade nele integrada. Dessa forma, o projeto deste produto deve ser realizado para que todos esses impactos sejam reduzidos ao máximo, e isso pode levar a grandes benefícios econômicos, pois tende a aumentar a eficiência do consumo de recursos e reduzir riscos e resíduos gerados, enquanto contribui para melhorar a imagem da empresa frente a um mercado consumidor cada vez mais atento as questões ligadas à sustentabilidade (DANGELICO, 2015).

Conforme o exposto, a discussão atual na literatura referente ao desenvolvimento de produtos sustentáveis aponta várias tendências de atitudes que devem ser adotadas nos projetos, no entanto, nenhum dos modelo de PDIP disponíveis até o momento englobam de maneira integrada todas essas considerações. Dessa forma, para atender a essas necessidades identificadas é necessário o desenvolvimento de um novo modelo de PDIP orientados à sustentabilidade que atenda aos requisitos ligados as considerações acima apresentadas, entre as quais se pode citar:

- A adoção de uma perspectiva integrada do processo como um todo (BOVEA; PÉREZ-BELIS, 2012; HALLSTEDT *et al.*, 2013; JOORE; BREZET, 2015; YOUNESI; ROGHANIAN, 2015);

- A inclusão antecipada dos aspectos ambientais e do planejamento do EOL do produto (BOVEA; PÉREZ-BELIS, 2012; DANGELICO; PONTRANDOLFO, 2010; GEHIN *et al.*, 2008; GO *et al.*, 2015; HATCHER *et al.*, 2011);
- A análise de todas as fases do ciclo de vida do produto, especialmente do ponto de vista dos impactos que os produtos podem ocasionar em cada uma delas (HUANG *et al.*, 2011; BAKKER *et al.*, 2014; FARGNOLI *et al.*, 2014);
- A abordagem das atividades do processo sob a perspectiva de equipes multifuncionais (ROZENFELD *et al.*, 2006; ULRICH; EPPINGER, 2012);
- A inclusão de atividades que possibilitem um processo de criação mais livre, baseado na análise da interação usuário  $\times$  produto  $\times$  ambiente, e na identificação das necessidades dessa interação (INOUE *et al.*, 2012; CHERIFI *et al.*, 2014; MACDONALD; SHE, 2015; ROMEIRO FILHO, 2015; D'ANNA; CASCINI 2016).

## 5 ELABORAÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA

Este capítulo apresenta o processo de elaboração do modelo de referência para o Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade. Os conteúdos abordados englobam a análise de modelos de desenvolvimento de produto, as novas abordagens sobre modelos de PDIP com foco em sustentabilidade e o processo de construção do novo modelo de referência.

### 5.1 TÓPICOS-CHAVE PARA A ELABORAÇÃO DE MODELOS DE PDIP

De acordo Bhamra (2004) um modelo é uma forma simplificada de representação que tem potencial de resumir informações complexas de forma gerenciável e compreensível, tanto de maneira descritiva quanto prescritiva. Os modelos podem comunicar-se por meio de símbolos, gráficos, textos, ou outros meios que permitam a transcrição da realidade abordada (MENDES, 2008).

Segundo Mendes (2008) os modelos de referência – também denominados modelos genéricos, conceituais ou universais – são um tipo especial de modelo, pois possuem uma ampla aplicação e servem de base para o desenvolvimento de modelos específicos. Uma das principais características dos modelos de referência é que eles são prescritivos, ou seja, são associados a sistematização de melhores práticas de uma realidade, formalizando um conjunto de atividades recomendadas para uma área do conhecimento (THOMAS, 2005).

Os modelos de referência auxiliam na concepção de uma visão única do PDIP, o que possibilita que empresas e profissionais possam desenvolver os produtos segundo um padrão de referência pré-estabelecido, ou ainda adaptar esse padrão de referência as características e necessidades de seus projetos (SALGADO *et al.*, 2010). Dessa forma, os modelos de referência fornecem um suporte para o planejamento e gerenciamento dos projetos, no entanto, eles devem ser adaptáveis a condições particulares e elaborados para atender necessidades específicas, sejam de organizações, setores industriais, arranjos produtivos ou mesmo estratégias e características particulares dos projetos de produtos (MENDES, 2008).

Essa formalização do processo de gestão e de estruturação do PDIP permite que todos os envolvidos, da alta administração às áreas funcionais da empresa, tenham uma visão comum dos processos e suas atividades (ROZENFELD *et al.*, 2006). Segundo Browning *et al.*

(2006), listar as atividades a serem realizadas e seus respectivos responsáveis possibilita que os gerentes obtenham uma visão mais clara para sobre os caminhos e desafios que projeto enfrentará. Assim, a adoção de modelos de referência facilita a visualização sistêmica e integrada do processo de negócio da empresa como um todo, mapeando os conhecimentos específicos necessários à sua execução (MUNDIM *et al.*, 2002).

Ulrich e Eppinger (2012) argumentam que um processo de desenvolvimento bem definido é recomendável pelas seguintes razões:

- Garante qualidade ao processo, pois quando as fases e os *checkpoints* são bem definidos é mais fácil assegurar a qualidade do produto resultante;
- Permite a coordenação do processo, pois atua como um plano principal que define as funções de cada integrante da equipe, informando quando suas contribuições serão necessárias e com quem eles irão trocar informações e materiais;
- Possibilita o planejamento do projeto, pois inclui marcos que correspondem à finalização de cada etapa e o tempo desses marcos ancora o cronograma global do projeto de desenvolvimento;
- Otimiza a gestão do projeto, pois é um *benchmark* para avaliar o desempenho e esforços de um desenvolvimento em curso. Através da comparação dos eventos atuais o gestor pode identificar possíveis áreas problemáticas;
- Inclui melhorias no projeto, pois uma documentação cuidadosa e uma revisão permanente do processo de desenvolvimento, assim como seus resultados, podem ajudar a identificar oportunidades de melhoria.

### 5.1.1 Estrutura dos modelos de referência

Para Mundim *et al.* (2002) o modelo de referência de um processo deve ser composto por atividades, recursos, organização e informações. Conforme Amigo (2013) descreve, as atividades são realizadas pelas pessoas (equipes ou departamentos) tanto nos processos quanto nos subprocessos, enquanto que os recursos (equipamentos, suprimentos, serviços, etc.) são os insumos utilizados para a realização dessas atividades. Já a organização refere-se aos envolvidos que realizam alguma atividade, e o conhecimento às informações geradas ao longo de todo o processo.

Quanto a modelagem de processos, Browning *et al.* (2006) apresentam uma síntese de proposições fundamentais que formam a base teórica do desenvolvimento de produtos:

- Apesar dos contínuos avanços em inteligência artificial, o processo criativo e/ou de inovação não pode ser totalmente mecanizado. No entanto, o processo de desenvolvimento pode apresentar em sua estrutura padrões consistentes que podem se repetir, o que permite que um indivíduo ou organização siga uma abordagem semelhante, com sucessivas ocorrências de adaptação e aprendizagem;
- A gestão de projetos é facilitada por uma abordagem estruturada, onde os processos podem ser tratados como sistemas propositalmente projetados;
- Processos complexos, como o de desenvolvimento de produtos, podem ser melhores compreendidos quando adotam modelos organizados como sistemas holônicos<sup>7</sup>;
- Quanto maior a riqueza, fidelidade, precisão, e realismo de um modelo, menores serão as lacunas existentes entre ele e o sistema real;
- Modelos de processo são construídos para uma finalidade específica (ex. documentar atividades, delegar tarefas, etc.) e podem não ser úteis para outros propósitos;

Quanto ao desenvolvimento de metodologias para projeto de produtos, Maribondo (2000) propõe cinco diretrizes básicas:

- Estabelecimento da forma de apresentação da metodologia de projeto por meio de fluxo ou diagrama das atividades;
- Estabelecimento do nível de desdobramento do processo de projeto – fases, etapas, tarefas;
- Definição das ferramentas e documentos básicos de apoio ao processo de projeto e suas respectivas orientações para aplicação dentro da metodologia proposta;
- Definição dos mecanismos de avaliação dos resultados do processo de projeto;
- Definição da forma de apresentação dos resultados do processo de projeto;

Quanto à forma estrutural de apresentação das metodologias de projeto, Amigo (2013) sugere que devem ser consideradas duas perspectivas: o fluxo de informações e a

---

<sup>7</sup> Proposto por Koestler em 1967, o termo *holon*, do grego *holos* (que significa totalidade) + sufixo *on* (que significa parte ou partícula), é definido como uma estrutura biológica ou social estável e coerente que consiste de mais *holons* que funcionam de acordo com princípios semelhantes. Nenhuma estrutura natural é “todo” ou “parte” em sentido absoluto, todo *holon* é uma composição de partes subordinadas bem como uma parte de um todo maior. Assim, sistemas holônicos são considerados como cadeias escalares, onde cada nível pode subsistir como parte de um sistema superior e conter seus próprios subsistemas de nível inferior (MARCELLINO, 2013).

documentação. Ambas as estruturas são métodos de modelagem simples e flexíveis e amplamente aplicados, entretanto, apresentam limitações para atender aos vários propósitos dos usuários de modelos de referência de PDIP. Segundo a autora, a estrutura tradicional de um fluxograma representa apenas atividades e pontos de decisão e não há objetos para entregas, papéis, ferramentas, etc.; já a documentação possui um maior número de informações disponíveis, mas não oferece de forma rápida e fácil a visualização dessas informações para o usuário (Amigo, 2013).

Quanto a abordagem dos modelos de PDIP, Joore e Brezet (2015) consideram esses três pontos essenciais:

- Um modelo de PDIP deve fornecer a visão integrada do desenvolvimento de um produto ou sistema de serviço e produto juntamente com o desenvolvimento da sociedade como um todo;
- Um modelo deve fornecer uma visão sobre a relação entre problemas e objetivos funcionais e operacionais bem como objetivos sociotécnicos mais abstratos;
- Um modelo deve oferecer uma visão consistente e mutuamente comparável de seus processos de projeto, de mudança ou de transição, de tal forma que eles possam ser usados para estruturar iniciativas futuras.

## 5.2 O PROCESSO CONSTRUTIVO DO MODELO

A partir das orientações acima apresentadas e dos pressupostos discutidos nos capítulos anteriores formulou-se um conjunto de princípios necessários para a construção do modelo em proposição, são eles:

**Princípio da Integração**, o modelo deve contemplar de maneira integrada as equipes responsáveis pelo desenvolvimento do produto (sob a perspectiva do processo de criação) com o objetivo de desenvolver os conhecimentos necessários para elaboração de projetos que atendam os aspectos do mercado e da indústria, assim como os aspectos referentes ao desenvolvimento de práticas que sejam orientadas à sustentabilidade.

**Princípio da Organização**, o modelo deve apresentar uma visão global do processo de maneira sistematizada, permitindo que a equipe de projeto visualize claramente todas as atividades do projeto e os respectivos responsáveis pelo seu desenvolvimento, assim como os

pontos de fechamento das etapas, onde são registradas as informações geradas ao longo das atividades.

**Princípio da Precaução**, o modelo deve orientar o desenvolvimento do produto de forma que suas atividades permitam uma avaliação sistemática das decisões ao longo de seus processos a fim de prevenir problemas futuros no projeto, tanto do ponto de vista técnico, quanto dos impactos que o produto irá ocasionar ao longo do ciclo de vida.

Tendo em vista os princípios de integração, organização e precaução apresentados, as considerações sobre a estrutura de modelos de referência e as necessidades e oportunidades identificadas na literatura, o processo de construção do modelo foi elaborado a partir dos seguintes estágios:

**Estágio 1:** análise do ciclo de vida do produto, a fim de obter uma visão integrada do produto e do sistema onde ele está inserido.

**Estágio 2:** definição dos atores e suas atividades no fluxo do ciclo de vida, a fim de identificar as atividades necessárias ao processo de desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade e os respectivos responsáveis pela sua execução.

**Estágio 3:** definição da estrutura do modelo, a fim de modelar suas fases, etapas, atividades e documentação (registro das informações) de modo que essas possam ser utilizadas como referência para o processo de desenvolvimento de diversos produtos.

### 5.2.1 Análise do Ciclo de Vida

De acordo com Umeda *et al.* (2012) o desenvolvimento do ciclo de vida é composto pela sequência de atividades necessárias para definir completamente um ciclo de vida do produto, e é constituído por um produto e o seu fluxo, que pode ser representado como uma rede de processos, como aquisições, manufatura, utilização e tratamento *end-of-life*, como mostra a Figura 12. Para o seu desenvolvimento é necessário que as visões do produto e de seus processos sejam analisadas de maneira integrada, considerando os aspectos importantes do projeto do produto (que podem envolver DFE, conceitos de *ecodesign*, etc.) e os aspectos importantes dos processos (como cadeia de suprimentos, produção, logística reversa, etc.). Esta visão integrada é o planejamento do ciclo de vida, importante etapa do processo devido a sua perspectiva estratégica do planejamento do projeto.

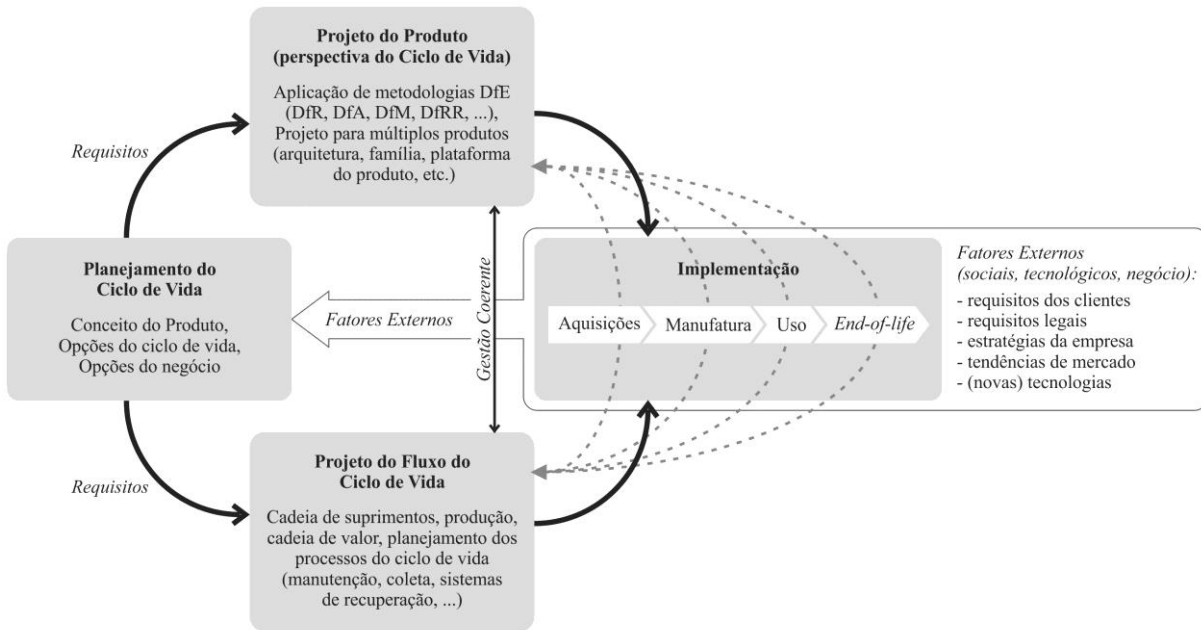


Figura 12. Visão global do desenvolvimento do ciclo de vida.  
 Fonte: Adaptado de Umeda *et al.* (2012).

Os autores apresentam três atividades do planejamento do ciclo de vida que a equipe de desenvolvimento deve empreender repetidamente:

- a. Análise do cenário do problema:** os objetivos para o ciclo de vida do produto que será desenvolvido deverão considerar aspectos como legislação, as necessidades dos clientes, estratégias corporativas e prioridades de negócios, tendências tecnológicas e de mercado, bem como as considerações ambientais que cercam o ciclo de vida do produto. É importante que a equipe de desenvolvimento também determine indicadores para avaliar o desempenho do ciclo de vida do produto. Takata *et al.* (2003) sugerem alguns indicadores que podem ser adotados de acordo com o tipo de produto em desenvolvimento, são eles: indicadores de meta (ex. potencial de aquecimento global, esgotamento de recursos, etc.) e indicadores relacionados ao negócio, ao produto e a seus processo (ex. taxa de lucro, de vida útil do produto, de recolhimento do produto, de reciclagem, de reutilização e de eficiência energética).
- b. Planejamento estratégico do ciclo de vida:** deve propor um conjunto de estratégias com foco nas inter-relações entre as metas, o produto e o fluxo do ciclo de vida. Essas estratégias devem fundamentar-se: no conceito do produto (requisitos funcionais e ambientais, custo, ideias de soluções, valor para o usuário, etc.); nas opções de ciclo de vida para o produto, componentes e materiais (incluindo manutenção, melhoramento,



múltiplo uso, reutilização, remanufatura, reciclagem e eliminação); e nas opções de negócios (método de entrega do produto, modelo de negócio, PSS, etc.).

- c. Avaliação:** as estratégias do ciclo de vida propostas devem ser avaliadas sob vários aspectos, incluindo as avaliações ambientais e econômicas, utilizando os indicadores estabelecidos anteriormente. O processo deve avaliar os diferentes aspectos e detalhes das etapas do projeto e pode ocorrer em todas as fases do ciclo de vida do produto.

## 5.2.2 Definição dos Atores e suas Atividades

Para a elaboração de um processo de desenvolvimento de produto bem sucedido as empresas devem dispor suas equipes de desenvolvimento dentro de uma estrutura organizacional que permita o gerenciamento dos fatores de desempenho mais críticos para a organização alcançar o sucesso. Tendo em vista que o modelo a ser proposto tem como objetivo o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade, seu processo de desenvolvimento exige uma equipe multifuncional e integrada para garantir que todas as considerações ao longo do ciclo de vida do produto sejam observadas e trabalhadas durante seu processo criativo. De acordo com Ulrich e Eppinger (2012) a ‘Organização por Projeto’ tende a garantir uma rápida e efetiva coordenação entre as diversas funções devido a forte integração multifuncional existente entre os membros das equipes ao longo das funções da empresa. Isso permite que os conflitos possam ser resolvidos rapidamente, reduzindo o tempo gasto com transferência de informação, atribuição de responsabilidades e coordenação de tarefas, o que garante maior agilidade no processo de desenvolvimento dos produtos. Dessa forma, para a construção do modelo proposto será adotada essa abordagem.

Como já discutido anteriormente, as equipes de desenvolvimento podem conter integrantes de inúmeras áreas funcionais, que dependem principalmente do tipo de produto desenvolvido e do tamanho da empresa. No caso deste estudo, o objetivo é propor um modelo com foco no processo criativo que possa auxiliar os projetistas a desenvolver produtos que causem os menores impactos possíveis ao ambiente, independente do tamanho da organização para o qual esteja sendo desenvolvido. Sendo assim, apenas os atores envolvidos diretamente com a concepção do produto foram selecionados, neste caso, os representantes são das áreas de marketing, *design* e engenharia.

Para dar início a construção do modelo três questões foram levantadas:

- i) Quais são os papéis dos *experts* das diferentes áreas funcionais no processo?
- ii) Quais atividades-chave devem ser inclusas nos projetos para desenvolver um produto orientado para a sustentabilidade?
- iii) Quais marcos de projeto e/ou *gates* de revisão podem ser usados para gerenciar os processos de desenvolvimento ao longo de suas fases?

De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006) a compreensão do fluxo de informações e seu gerenciamento são importantes porque o processo de desenvolvimento trabalha com entradas e saídas de informações entre as atividades e no processo como um todo, interagindo com diversas fontes de informação e áreas funcionais da empresa. Dessa forma, o primeiro passo para o desenvolvimento do modelo foi a construção de um fluxograma que permitisse a visualização simultânea das atividades das três áreas de desenvolvimento (marketing, *design* e engenharia) e do fluxo das informações e processos ao longo do ciclo de vida do produto.

O segundo passo foi determinar quais atividades de projeto deveriam ser inseridas no processo para dar suporte ao desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade. Como o PDIP possui uma vasta bibliografia, muitas das atividades selecionadas são práticas conhecidas já aplicadas em diversos modelos, outras foram desenvolvidas a partir dos conhecimentos adquiridos ao longo do processo de revisão de literatura. Todas essas atividades são posteriormente discutidas no Capítulo 6.

O terceiro passo foi estabelecer ao longo do processo onde poderiam ocorrer os marcos de revisão do projeto. Estes marcos, ilustrados no fluxograma como ‘Documentos’ são importantes para o gerenciamento do projeto, uma vez que permitem às equipes revisar se o desenvolvimento do produto está atendendo as metas inicialmente estabelecidas, e se necessário, propor mudanças ou correções em tempo hábil e com menores custos.

A Figura 13 apresenta a estrutura desenvolvida para o fluxograma, na qual a distribuição das atividades se dá em relação aos atores responsáveis pelo seu desenvolvimento e em relação às etapas do ciclo de vida do produto onde são geradas as informações para tais atividades. Esta estrutura é proposta como um *framework* preliminar para a construção de um modelo de referência de PDIP orientado à sustentabilidade (FERNANDES; MATTIODA, 2017).

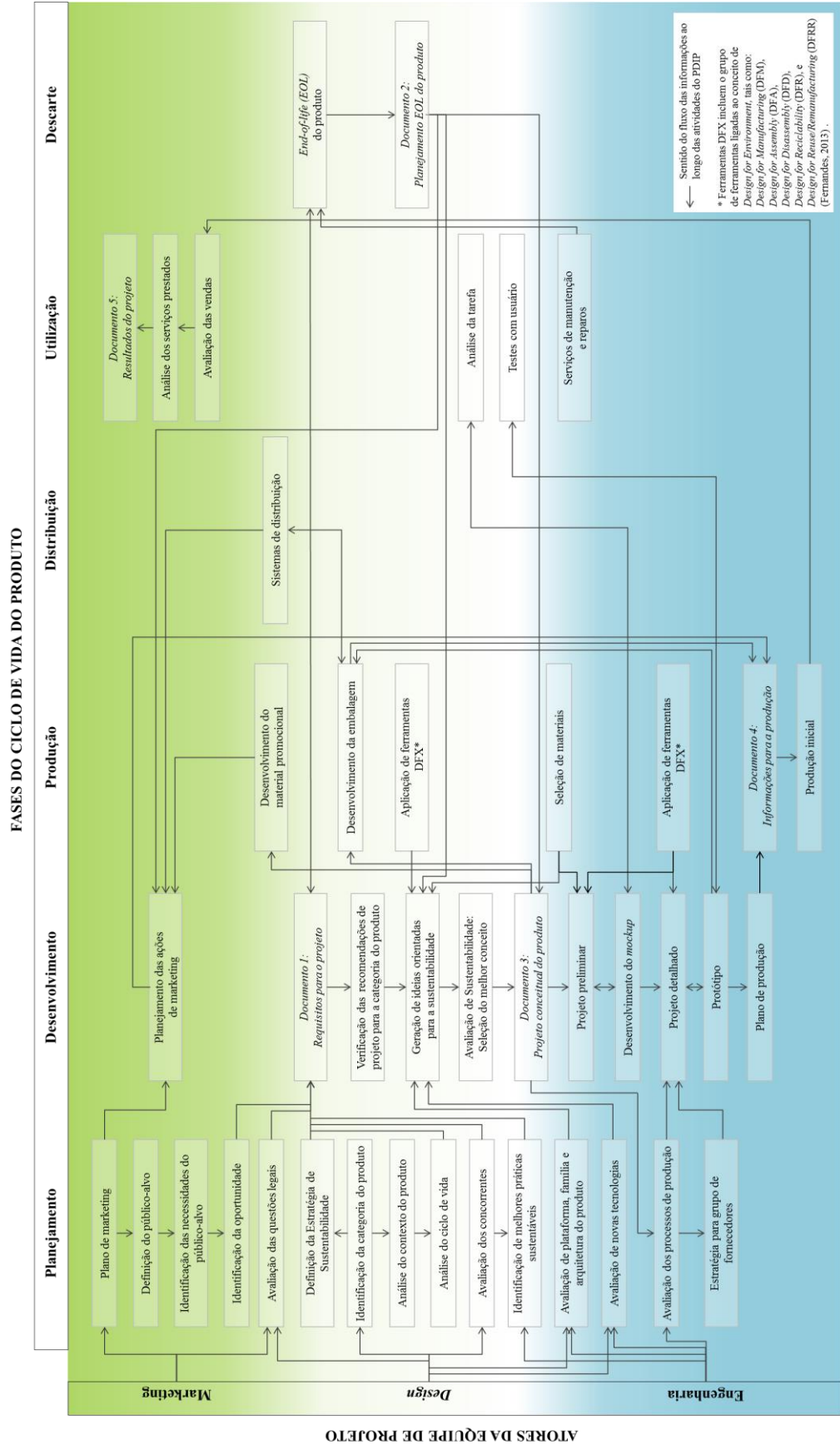


Figura 13. Fluxo das informações e processos ao longo do ciclo de vida do produto e suas relações com as áreas de desenvolvimento e fases do ciclo de vida. Fonte: Fernandes e Mattioda (2017).

Como apresentado na Figura 13, durante a fase de planejamento do produto as atividades que envolvem a pesquisa de mercado, como o plano de marketing, a definição do público-alvo e a identificação das necessidades e oportunidades, são de domínio da área de marketing. Entretanto, essas questões afetam diretamente o *design*, e quando somadas as suas atividades e as considerações de engenharia formulam o conjunto inicial de metas que irão direcionar os rumos do projeto (FERNANDES; MATTIODA, 2017).

Além das informações relacionadas à pesquisa de mercado, durante a fase de planejamento as atividades de *design* envolvem outras considerações. É nessa etapa do projeto que a pesquisa sobre as questões ligadas a sustentabilidade devem ser iniciadas. Neste processo, a ‘Identificação da categoria do produto’ é um dos pontos cruciais para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, pois a partir dela é que serão determinadas as prioridades de estratégias DFE que irão direcionar as estratégias de sustentabilidade mais indicadas para o produto em desenvolvimento. Outros pontos como a análise do contexto do produto e do seu ciclo de vida, a investigações sobre melhores práticas sustentáveis, a avaliação de novas tecnologias e processos de produção, assim como as considerações sobre o fim da vida do produto, também são informações importantes para que os requisitos do projeto sejam definidos e as atividades de desenvolvimento do produto sejam iniciadas. Esse conjunto de informações geradas na fase de ‘Planejamento’ podem ser consideradas as primeiras metas de projeto (apresentadas na Figura 13 como ‘Documento 1: Requisitos para o projeto’) e irão orientar o desenvolvimento das atividades de outras duas fases no processo: o planejamento do fim de vida do produto e o seu desenvolvimento técnico.

O planejamento do fim de vida do produto, apresentado na Figura 13 como ‘Documento 2: Planejamento EOL do Produto’, desenvolvido a partir das metas iniciais do projeto e da análise das opções de *end-of-life* para o produto, é antecipado no processo e em conjunto com as metas iniciais do projeto fornece subsídio a fase de desenvolvimento técnico do produto.

Neste momento, as atividades de *design* iniciam o processo de geração de ideias e concepção do produto, até que uma das alternativas geradas para o produto seja aprovada e encaminhada ao seu desenvolvimento detalhado. Aqui as atividades de engenharia passam a ser protagonistas do processo, e todas as questões relacionadas à produção são desenvolvidas e testadas até a finalização do projeto técnico e o encaminhamento do produto desenvolvido a sua produção inicial.

Paralelamente, as atividades de marketing trabalham as questões ligadas ao planejamento das ações para o lançamento do produto no mercado. Em conjunto com a equipe de *design* são então desenvolvidos os materiais gráficos para o produto, como embalagens,

materiais promocionais, panfletos, *displays*, e outros materiais julgados necessários para atender as necessidades de divulgação do produto. Por fim, já como atividades posteriores ao processo de criação e desenvolvimento do produto, estão as atividades referentes a avaliação dos resultados do projeto, normalmente executadas pela equipe de marketing em conjunto com outros setores comerciais das empresas.

### 5.2.3 Definição da Estrutura do Modelo

Nos modelos de PDIP a estrutura de representação tende a subdividir-se em níveis hierárquicos do processo, como macro fases, fases, etapas e atividades, podendo ainda estender sua subdivisão aos atores (especialistas) e áreas funcionais da organização (EL MARGHANI, 2011; ULRICH; EPPINGER, 2012). Como apontado por Pereira (2014), grande parte dos modelos dão ênfase à sistematização do processo por meio de fases, que vão da identificação da necessidade, passando pela geração da ideia, desenvolvimento, manufatura e lançamento do produto, até o acompanhamento e retirada do mercado.

Para o modelo em desenvolvimento a representação gráfica adotada segue a sequência lógica da sistematização por processo, englobando fases, etapas, atividades e atores (equipes de especialistas). A estrutura proposta busca orientar o usuário ao desenvolvimento integrado do produto através da visualização global de todas as atividades a serem realizadas, incluindo a identificação dos responsáveis por executá-las, assim como através de um sistema de *feedback* das etapas, responsável por comunicar as metas, requisitos e resultados do projeto entre as fases do processo para toda a equipe de desenvolvimento. A Figura 14 mostra a estrutura genérica do processo do modelo em construção.

A estrutura genérica proposta para o processo do modelo visa o desenvolvimento do projeto de maneira simultânea e integrada, possibilitando que as atividades dentro de cada uma das fases possam ser realizadas pelas equipes em conjunto ou paralelamente. O objetivo principal é estimular a troca de informações de modo que todas as áreas de desenvolvimento e etapas do processo estejam constantemente alinhadas às metas. Isso possibilita que alterações e revisões do projeto ocorram a qualquer momento, o que é especialmente importante nas etapas anteriores à produção, pois reduzem drasticamente os custos financeiros e ambientais do projeto como um todo.

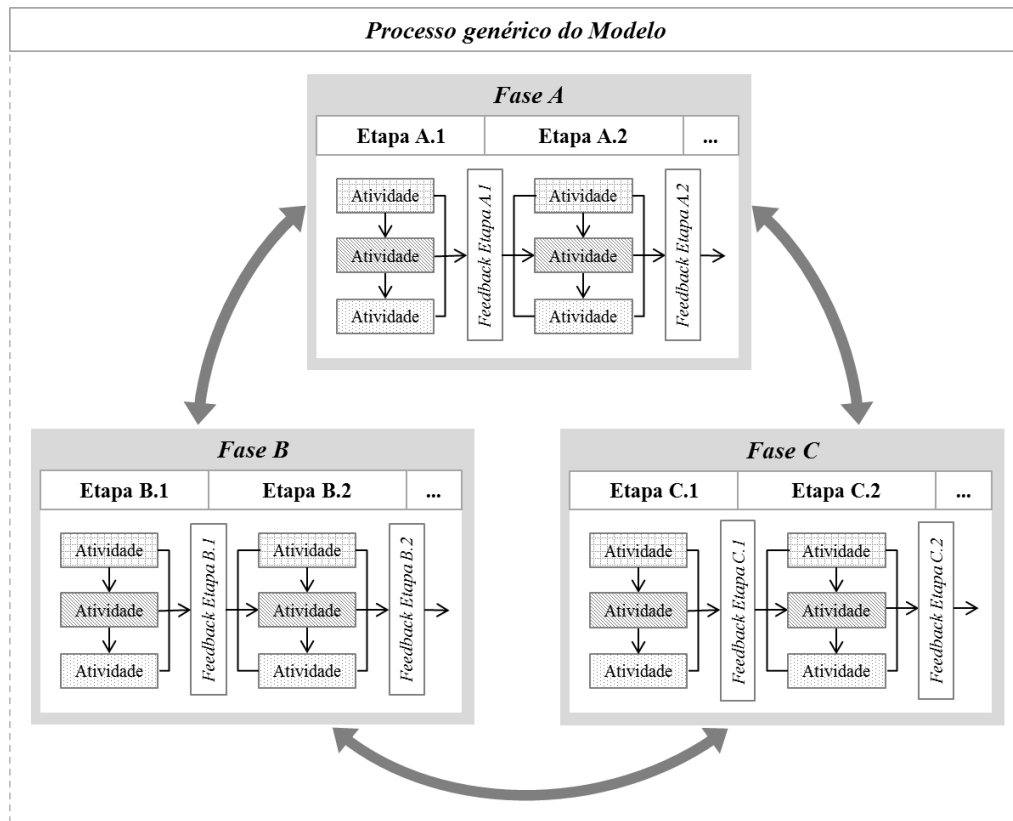


Figura 14. Estrutura genérica do processo do modelo.

A estrutura genérica proposta para o modelo em desenvolvimento refere-se no nível de **processo** ao Processo de *Design* Orientado à Sustentabilidade. O nível de **fases** refere-se as três grandes áreas de atividades do PDIP propostas por Fernandes e Canciglieri Junior (no prelo), neste caso, as fases de Investigação e Planejamento, Projeto *End-of-life* e a fase de Desenvolvimento e Execução.

A definição do conjunto de **etapas** foi baseada na análise das atividades do PDIP apresentados na Figura 13 com ênfase ao processo criativo do produto nos níveis conceitual e técnico. Assim, foram definidas quatro etapas para o processo: Planejamento do Projeto, Planejamento *End-of-life* do Produto, Desenvolvimento Conceitual e Detalhamento do Projeto. A terminologia adotada busca uma analogia aos termos já utilizados nos principais modelos de desenvolvimento de produtos ao mesmo tempo em que explica as atividades que as compõem.

Já o nível das **atividades**, previamente identificadas e apresentadas na Figura 13, organizam-se de acordo com os objetivos das etapas e alimentam o documento gerado na saída de cada uma delas, representados pelos *feedbacks* das etapas. Os *feedbacks* gerados têm como objetivo documentar as informações geradas ao longo das fases a fim de manter a equipe de projeto constantemente informada sobre as metas estabelecidas para o projeto.

## 6 PROCESSO DE *DESIGN* ORIENTADO À SUSTENTABILIDADE

Este capítulo apresenta as atividades para o processo de desenvolvimento de produto derivadas do modelo de referência Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade. Nos tópicos a seguir são detalhadas as características principais do modelo, suas fases, etapas e respectivas atividades.

### 6.1 APRESENTAÇÃO DO MODELO

O modelo Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade (Figura 15) apresenta sua estrutura subdividida em três fases: Investigação e Planejamento, Projeto *End-of-Life* e a fase de Desenvolvimento e Execução.

A primeira fase, **Investigação e Planejamento** é composta pela etapa de ‘Planejamento do Projeto’ e engloba todas as atividades realizadas pela equipe de projeto para a formulação dos requisitos para o produto que será desenvolvido. Estas atividades correspondem ao processo de investigação em geral, incluindo identificação da oportunidade, perfil dos usuários, concorrentes, tecnologias, etc., assim como as atividades direcionadas aos requisitos de sustentabilidade, que são investigados e estabelecidos nos primeiros momentos do projeto. Aqui, cabe ressaltar, que o propósito do modelo é o processo de criação do produto, portanto, o planejamento estratégico do projeto, que é estabelecido pela diretoria da organização, não foi incluído na estrutura do modelo.

A segunda fase, **Projeto *End-of-Life*** é composta pela etapa de ‘Planejamento *End-of-Life* do Produto’ e engloba as atividades relacionadas às estratégias adotadas ao longo do ciclo de vida do produto visando o desenvolvimento das ações que deverão ser tomadas após o final da sua vida útil.

A terceira fase, **Desenvolvimento e Execução** é onde os requisitos identificados anteriormente irão tornar-se o futuro produto. Ela corresponde às etapas de ‘Desenvolvimento Conceitual’ e o ‘Detalhamento Técnico’, englobando todas as atividades referentes ao processo de criação do produto, desenvolvimento da documentação técnica e encaminhamento à produção.

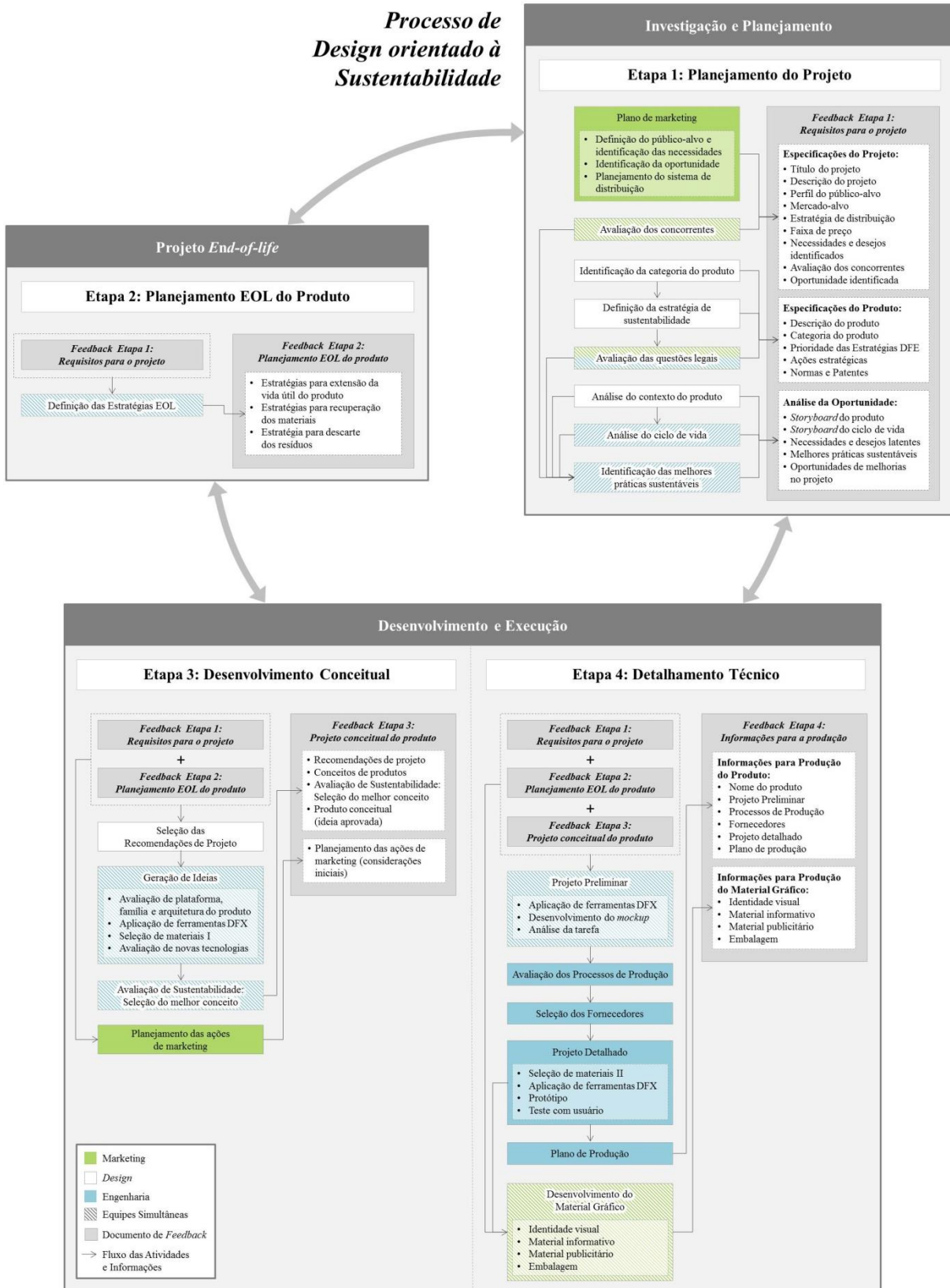


Figura 15. Processo de Design orientado à Sustentabilidade.



Quanto às **Atividades**, duas importantes características são observadas. Primeiro, a realização das atividades dentro de cada etapa ocorre tanto de maneira simultânea quanto sequencial (de acordo com o fluxo apresentado e os atores envolvidos). Segundo, o direcionamento das atividades para áreas específicas da equipe de desenvolvimento deve ser utilizado como uma referência para o processo, no entanto, quanto mais integrado for o trabalho da equipe, melhores serão os resultados obtidos.

Os **Feedbacks** representados entre as etapas são os documentos referentes à saída da etapa e constituem as metas estabelecidas a partir do desenvolvimento das atividades. As informações contidas nesses documentos são utilizadas como dados de entrada nas etapas subsequentes do processo de desenvolvimento.

Embora a estrutura do modelo apresente uma sequência de desenvolvimento de suas etapas, os *feedbacks* gerados em cada uma delas devem manter-se como um canal aberto de comunicação entre as fases do modelo, permitindo que a equipe de projeto constantemente verifique suas metas e alinhe o desenvolvimento das atividades a elas. Esse processo de interação entre as fases é especialmente importante para o ‘Planejamento EOL do Produto’ que pode sofrer alterações decorrentes de limitações enfrentadas durante as etapas de ‘Desenvolvimento Conceitual’ e ‘Detalhamento Técnico’.

## 6.2 1ª FASE: INVESTIGAÇÃO E PLANEJAMENTO

A primeira fase do modelo compreende a *Etapa 1: Planejamento do Projeto*. O Planejamento é a etapa inicial para o desenvolvimento de qualquer produto, é o primeiro passo para se determinar o que será feito e para quem será feito. Alinhada a estratégia da organização, as atividades realizadas durante essa etapa é que darão suporte ao escopo do projeto, no entanto, elas podem ser mais ou menos desenvolvidas em função do produto que será criado. Cabe ressaltar, que as decisões tomadas nesta etapa estão entre as mais importantes do projeto, e que as alterações quando realizadas aqui serão menos dispendiosas tanto do ponto de vista financeiro, quanto de tempo de projeto (BAXTER, 2011).

Para o desenvolvimento de produtos orientados a sustentabilidade é necessária que essa perspectiva seja adotada desde as primeiras atividades do processo (MATTIODA *et al.*, 2015). Assim, durante esta etapa, além das informações tradicionalmente previstas em processos de desenvolvimento de produtos, devem ser recolhidas e processadas todas as

informações potenciais para a geração de ideias e soluções direcionadas às questões importantes da sustentabilidade. A seguir são apresentas as atividades que devem ser executadas durante essa etapa, conforme ilustra a Figura 16.

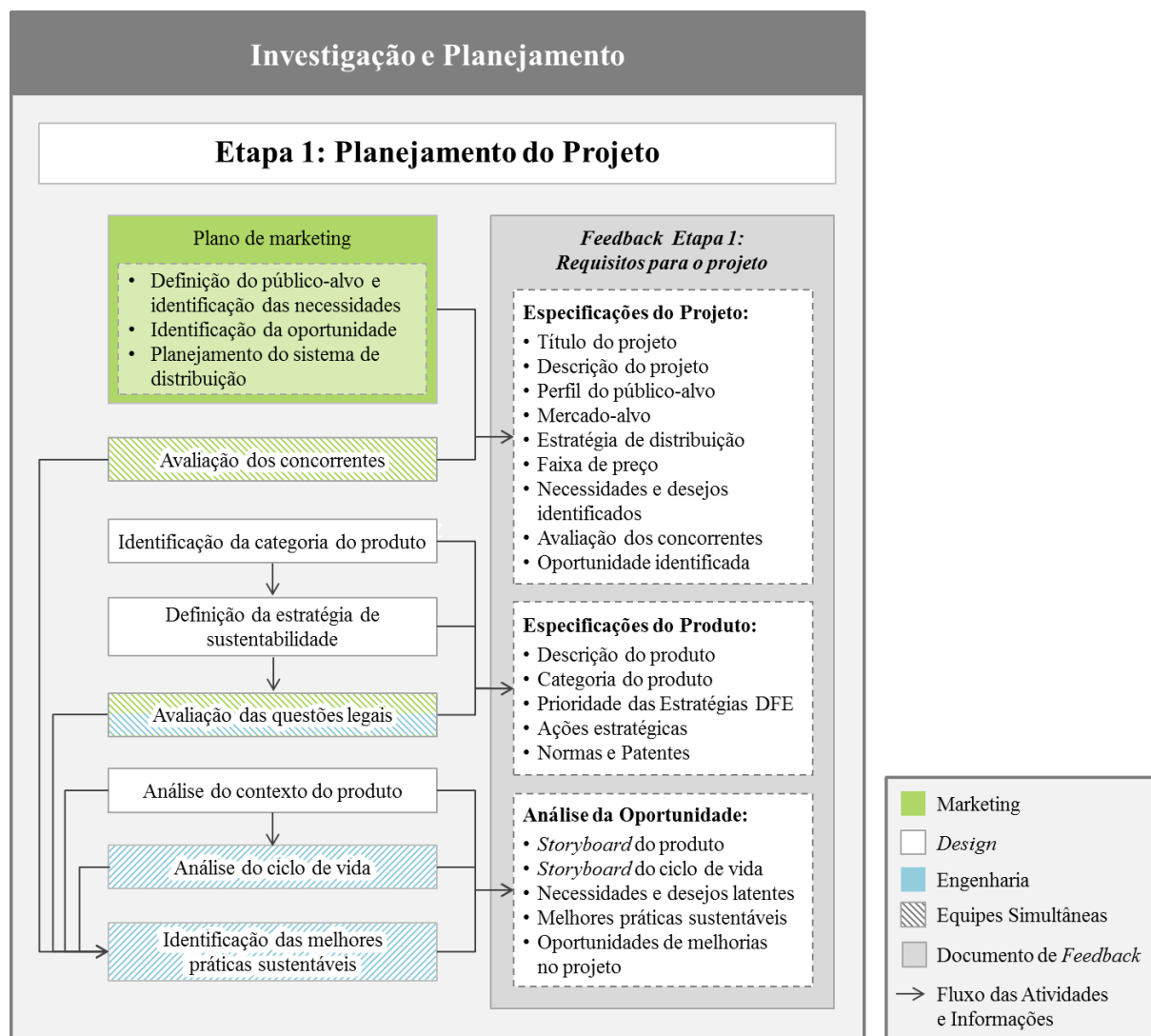


Figura 16.1ª Fase: Investigação e Planejamento.

### 6.2.1 Plano de Marketing

O plano de marketing reúne a descrição dos recursos e ações necessárias para estimular as vendas e realizar os objetivos de marketing. Esse plano, quando implementado, deve ser avaliado periodicamente para identificar os pontos falhos e promover ações corretivas em tempo hábil. De acordo com Luther (2001) o plano de marketing compreende seis áreas do

marketing: produtos ou serviços, comunicação de marketing, vendas, atendimento ao cliente, pesquisa, e internet.

De forma geral, o desenvolvimento do plano de marketing deve abranger as seguintes questões (COBRA, 2009):

- *Onde a empresa está?* Análise da situação atual da empresa (natureza dos negócios, cultura da organização, principais segmentos, pontos fortes e deficiências, perfil dos consumidores, avaliação da concorrência, vendas e histórico de lucro, colaboradores, etc.);
- *Para onde a empresa quer ir?* Objetivos de marketing para atender a expectativa dos consumidores (o que os clientes atuais e potenciais pensam da empresa);
- *Quais estratégias devem ser adotadas?* Investigação dos produtos e serviços que devem ser oferecidos para atender as necessidades dos clientes, nível de preço que deve ser praticado, canais de distribuição e logística, planejamento sobre a promoção no mercado, projeções de curto e longo prazo, etc.

Devido ao grande escopo que envolve o plano de marketing e sua relação direta com a tomada de decisão nos altos níveis das organizações, neste modelo esta atividade é proposta de forma simplificada apenas para orientar o processo de criação e desenvolvimento de produtos. Sendo assim, as investigações realizadas nesta atividade serão referentes apenas à abordagem do plano de produtos ou serviços, que reúne os objetivos de alguns componentes de marketing, como linha de produtos ofertada (tamanho, forma, modelos, políticas, etc.) embalagem, estratégia de preços e distribuição (LUTHER, 2001).

Neste modelo, a atividade de Plano de Marketing compreende as seguintes subatividades:

#### ***a. Definição do Público-alvo e Identificação das Necessidades***

Conhecer o público-alvo é determinante para um processo de desenvolvimento de produtos porque tem uma relação direta com a aceitação do público em relação aos produtos e serviços oferecidos. Quanto mais informações se obtêm sobre o mercado que se pretende atingir, mais fácil será satisfazer as pessoas certas e menos dispendiosas serão as operações de marketing desenvolvidas para isso (COBRA, 2009). A segmentação do mercado pode partir de (KOTLER, 2000; KOTLER; ARMSTRONG, 2004):

- Marketing de massa: que corresponde a uma ampla cobertura do mercado consumidor;
- Marketing de segmento: que abrange um grande grupo identificado a partir de suas preferências, poder de compra, localização geográfica, atitudes e hábitos de compras similares;

- Marketing de nicho: referente a um segmento pequeno e distinto que pode ser atendido com exclusividade;
- Marketing local: que engloba grupos de clientes locais como, cidade, bairros e até mesmo lojas específicas, e;
- Marketing individual: desenvolvido sob medida para atender às necessidades e preferências dos clientes em base individual.

Essas previsões sobre o tamanho e o nicho do mercado, associada aos objetivos de marketing, comercialização, benefícios dos produtos e serviços que serão ofertados, e outras questões abordadas pelo plano de marketing, auxiliam a identificação do público-alvo e a definição do seu perfil de consumidor (estilo de vida). Complementarmente a essas definições originárias da análise do mercado devem-se definir as características do perfil dos consumidores, que consideram questões de segmentação (KOTLER, 2000; KOTLER; ARMSTRONG, 2004):

- Demográfica: faixa etária, sexo, tamanho da família, estado civil, religião, nacionalidade, geração/época em que foi criada, etc.;
- Geográfica: países, regiões, estados, cidades ou bairros;
- Socioeconômica: classe social, renda, escolaridade, profissão, posses de bens, etc.;
- Psicográfica: estilo de vida, personalidade e valores, e;
- Comportamental: baseada no conhecimento em relação a determinado produto, nas atitudes direcionadas a ele e no uso que se faz desse produto (ocasião do consumo).

Dessa forma, quando definido o público-alvo, a investigação sobre as suas necessidades e desejos se torna mais direta e é possível identificar as necessidades fundamentais do público em questão. Adicionalmente, outras fontes de informação podem auxiliar o processo de identificação das necessidades, como pessoas que tem um contato direto com os consumidores (vendedores e assistência técnica), registros de vendas da própria empresa (Quais produtos tem aumentado as vendas? O que eles têm em comum? Em que eles se diferenciam dos produtos tiveram as vendas diminuídas?), relatórios publicados por empresas especializadas em pesquisa de mercado, entre outras (BAXTER, 2011). Essas informações são valiosas e devem estar claras nas primeiras atividades do processo de desenvolvimento, pois irão determinar os rumos do projeto. Nesse contexto, cabe ainda adicionar uma atenção especial a necessidades latentes que podem ser identificadas através da análise do contexto do produto e da análise do ciclo de vida do produto (atividades que serão discutidas nos Tópicos 6.2.5 e 6.2.6).

### ***b. Identificação da Oportunidade***

Esta atividade apresenta uma relação simbiótica de troca de informações com a atividade *Definição do Público-alvo e Identificação das Necessidades* e devem ser realizadas em conjunto até que as informações necessárias estejam claras e bem definidas. É na *Identificação da Oportunidade* que surge a primeira forma de descrição do produto. Ela pode ser baseada em uma necessidade detectada (demanda de mercado), em uma nova tecnologia, ou em uma forma híbrida entre uma necessidade e uma possível solução (ULRICH; EPPINGER, 2012). Para Pialot *et al.* (2006) a identificação de uma oportunidade pode surgir a partir de qualquer ator da empresa através da identificação de um problema ou uma mudança, do uso de outro material ou um processo diferente, ou mesmo de uma nova ideia para uma solução. Três regras básicas devem ser empregadas para que a identificação da oportunidade gere os melhores resultados (ULRICH; EPPINGER, 2012):

- i) Gerar um grande número de oportunidades aumenta a chance de identificar uma que seja excelente;
- ii) Buscar alta qualidade nas oportunidades geradas através da adoção de métodos específicos pode aumentar a qualidade de suas considerações e, conseqüentemente, aumentar a qualidade das melhores ideias resultantes;
- iii) Criar alta variação na qualidade das oportunidades durante o desenvolvimento das ideias aumenta a possibilidade de que uma delas seja excepcionalmente boa.

É importante ressaltar que a identificação de uma oportunidade deve confirmar a viabilidade comercial e estar alinhada a estratégia de desenvolvimento de produto, que normalmente procede das mais altas áreas da organização (BAXTER, 2011). Assim, para o desenvolvimento de oportunidades satisfatórias deve-se conhecer a capacidade técnica e financeira disponível para a execução do projeto. Essas informações não são abrangidas pelas atividades propostas no modelo, entretanto, em uma situação prática de projeto de produto essas informações, que são geradas em outros setores das empresas (diretoria, financeiro, etc.), devem estar disponíveis para a equipe de projeto antes do início de suas atividades.

### ***c. Planejamento do Sistema de Distribuição***

O processo de distribuição tem como objetivo principal atender todos os clientes da empresa no menor tempo possível. Isso envolve questões como localização geográfica dos distribuidores em relação aos mercados que precisam ser atendidos, gestão da cadeia de suprimentos, integração entre produção, vendas e assistência técnica, entre outros

(ROZENFELD *et al.*, 2006). Como o processo de distribuição envolve muitas particularidades que vão além do escopo desta pesquisa, neste modelo considera-se o planejamento do sistema de distribuição apenas como uma referência para o desenvolvimento das embalagens necessárias para o armazenamento, transporte, distribuição e/ou exposição do produto até que ele chegue ao seu consumidor final. Assim, nesta atividade, a principal informação que deve ser estipulada são os canais de distribuição que tem potencial de serem utilizados (considerando que o produto pode ser distribuído através de um ou mais canais) (CHURCHILL JR.; PETER, 2000):

- Canal de distribuição direta, onde a empresa distribui o seu produto diretamente para o consumidor final (ex. vendas por catálogos ou internet);
- Canal de distribuição indireta, onde a empresa distribui o seu produto para o consumidor final através de serviços de intermediários (ex. varejo), ou;
- Canal de distribuição híbrido, onde a empresa utiliza intermediários, mas assume parte do processo de contato com seus clientes (ex. a empresa faz a divulgação direta de seus produtos, mas indica os distribuidores autorizados a fazer a venda física).

Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* as seguintes informações:

- Título do projeto;
- Descrição do projeto;
- Perfil do público-alvo;
- Mercado-alvo;
- Estratégia de Distribuição;
- Faixa de preço;
- Necessidades e desejos identificados;
- Oportunidade identificada.

### **6.2.2 Avaliação dos Concorrentes**

A avaliação dos concorrentes é uma importante fonte de informação para o projeto e serve para monitorar as empresas e os produtos concorrentes (ULRICH; EPPINGER, 2012). Ela possibilita a aprendizagem sobre o que deve ser melhorado no produto em

desenvolvimento e ajuda a antecipar futuras ameaças ao negócio. É importante reunir todas as informações disponíveis dos principais concorrentes diretos e/ou outros que apresentam semelhanças com o que está sendo projetado. Essas informações podem ser obtidas de diversas fontes, desde relatórios anuais das empresas, catálogos, materiais promocionais, serviços ofertados, preço, além do próprio produto. É fundamental que os produtos sejam analisados detalhadamente, principalmente em relação a sua estrutura (física e funcional), para que oportunidades de melhorias de todos os níveis sejam identificadas (BAXTER, 2011). Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* as seguintes informações:

- Avaliação dos concorrentes;
- Oportunidades de melhorias no projeto.

### **6.2.3 Identificação da Categoria do Produto e Definição da Estratégia de Sustentabilidade**

O planejamento estratégico dos objetivos sustentáveis a serem alcançados pelo projeto deve ser um dos primeiros pontos a ser definido pela equipe de projeto. Neste modelo, a *Identificação da Categoria do Produto* e a *Definição da Estratégia de Sustentabilidade* são duas atividades desenvolvidas para planejar a estratégia de sustentabilidade do produto em desenvolvimento. Essas atividades são provenientes do *Método de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado para a Sustentabilidade* proposto por Fernandes (2013), o qual propõe a classificação dos produtos em quatro categorias distintas, que por sua vez, apresentam hierarquias de estratégias DFE definidas a partir de suas características (Quadro 12). Dessa forma, para o processo de desenvolvimento, primeiramente deve ser identificada a *Categoria do Produto* que será desenvolvido, e na sequência a *Prioridade das Estratégias DFE* para a categoria selecionada.

Quadro 12. Classificação das categorias de produtos

Categories de Produtos	Características	Exemplos	Prioridade das Estratégias DFE
<b>Bens Consumíveis</b>	Produtos que são consumidos ao longo da sua utilização. Geralmente eles são comprados repetidas vezes e apenas a embalagem usada para o seu armazenamento resta após o seu consumo. Do ponto de vista do <i>design</i> , o projeto da embalagem é um dos principais focos dessa categoria.	Alimentos, produtos de limpeza e higiene, medicamentos, tintas, pesticidas, pilhas, canetas, etc.	1º Minimizar Recursos e Processos 2º Planejar <i>End-of-Life</i> 3º Otimizar a Vida do Produto
<b>Bens de Uso Rápido</b>	Produtos de único consumo ou consumo rápido, normalmente de uso individual e relativamente baixo custo.	Jornais, revistas, escova de dente, fraldas descartáveis, hastes flexíveis, etc.	1º Minimizar Recursos e Processos 2º Planejar <i>End-of-Life</i> 3º Otimizar a Vida do Produto
<b>Bens Duráveis Não Consumidores</b>	Bens duráveis que não consomem ou consomem pouca energia/ recursos durante o seu uso e/ou sua manutenção. Normalmente, são de uso coletivo ou compartilhado.	Objetos de utilidade doméstica, mobiliário, produtos decorativos, artigos esportivos, vestuário em geral, etc.	1º Otimizar a Vida do Produto 2º Minimizar Recursos e Processos 3º Planejar <i>End-of-Life</i>
<b>Bens Duráveis Consumidores</b>	Bens duráveis que consomem energia e/ou recursos durante o seu uso. Normalmente, são de uso coletivo ou compartilhado.	Eletroeletrônicos, eletrodomésticos, veículos em geral, linha branca, etc.	1º Minimizar Recursos e Processos 2º Otimizar a Vida do Produto 3º Planejar <i>End-of-Life</i>

Fonte: Fernandes (2013).

Após a identificação da categoria do produto deve-se verificar qual a hierarquia da *Prioridade das Estratégias DFE* a ser seguida. Neste momento a equipe de projeto também deve elencar quais ações estratégicas melhor se adequam aos objetivos e limites do projeto. Essa primeira verificação servirá como um guia para as etapas subsequentes e irá direcionar a equipe de projeto na busca de soluções que atendam a essas primeiras diretrizes. As estratégias DFE adotadas neste modelo abordam todos os aspectos do ciclo de vida do produto, apresentando em seus conceitos as seguintes características (FERNANDES, 2013):

#### a. *Estratégia DFE Minimizar Recursos e Processos*

Refere-se à redução do consumo de matérias-primas, água, energia, de geração de resíduos, de efluentes e emissões para a atmosfera causadas pela manufatura e pela utilização de um



produto ou serviço a ele associado. As ações estratégicas para essa abordagem que podem ser adotadas nos projetos são (FERNANDES, 2013):

- Minimizar o conteúdo material, perdas e refugos;
- Minimizar o consumo de energia;
- Usar materiais renováveis, biodegradáveis, reciclados e/ou recicláveis;
- Evitar o uso de materiais perigosos;
- Minimizar as embalagens e consumos no transporte;
- Projetar produtos de uso coletivo;
- Projetar para a eficiência do consumo de recursos.

#### ***b. Estratégia DFE Otimizar a Vida do Produto***

Refere-se à vida útil do produto. O processo de otimização consiste em reduzir ou eliminar os motivos que levam os consumidores a descartar precocemente os produtos, como: a degradação das suas propriedades ou fadiga estrutural (causadas pelo uso intensivo), a degradação causada por processos naturais ou químicos, os danos causados por acidentes ou uso incorreto, e a obsolescência tecnológica, cultural e estética (MANZINI; VEZZOLI, 2002). As ações estratégicas para essa abordagem que podem ser adotadas nos projetos são (FERNANDES, 2013):

- Projetar para a confiabilidade (segurança);
- Facilitar a atualização e adaptação;
- Projetar para manutenção e reparos;
- Projetar para a reutilização e remanufatura;
- Intensificar a utilização.

#### ***c. Estratégia DFE Planejar End-of-life:***

Tem como objetivo principal recuperar os materiais utilizados nos produtos após o fim da sua vida útil. As ações estratégicas para essa abordagem que podem ser adotadas nos projetos são (FERNANDES, 2013):

- Projetar para a reciclagem;
- Facilitar a recolha e transporte após o uso;
- Facilitar a limpeza.

As orientações estratégicas apresentadas são sugeridas para que as primeiras atividades de projeto trabalhem em uma linha de desenvolvimento que visa objetivos de sustentabilidade para uma categoria específica de produto. No entanto, é possível que ao longo do desenvolvimento das ideias para o novo projeto o produto em desenvolvimento mude de categoria. Por exemplo, no desenvolvimento de um produto inicialmente classificado na categoria de *Bens Duráveis Consumidores*, o processo de geração de ideias pode levar ao desenvolvimento de um produto inovador que reduza seu consumo de energia e/ou recursos à zero. Nesta situação, o cumprimento da *Estratégia DFE Minimizar Recursos e Processos*, prioritária para categoria *Bens Duráveis Consumidores*, foi tão bem sucedido que é possível enquadrar o novo produto desenvolvido em uma nova categoria. Neste caso, deve-se analisar qual categoria é correspondente as características desse novo produto, e então verificar novamente a *Prioridade das Estratégias DFE* aplicadas a ele. Contudo, cabe ressaltar que cada projeto é único e possui características e limitações também únicas. Assim, podem ocorrer em alguns casos situações onde as *Prioridades das Estratégias DFE* não sejam adequadas e uma nova configuração deva ser adotada.

Ao finalizar esta atividade a equipe de projeto deve registrar os dados que irão compor o documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto*. Esses dados devem incluir:

- Categoria do produto;
- Estratégias DFE;
- Ações estratégicas.

#### **6.2.4 Avaliação das Questões Legais**

A avaliação das questões legais está relacionada à responsabilidade legal e aos riscos de projeto relacionados a defeitos e vícios dos produtos (CAMARGO SOBRINHO, 2007) e devem ser investigadas já nas primeiras etapas do processo para reduzir a possibilidade de ocorrência desses erros. Uma característica do produto que não é defeito do ponto de vista de engenharia pode ser um defeito do ponto de vista legal. Portanto, devem-se considerar todos os riscos durante o projeto a fim de tornar os produtos seguros (em relação aos danos e lesões aos consumidores) e fornecer informações suficientes para permitir que o consumidor possa usá-lo de maneira correta e com segurança (ROSSELER; HIGH, 2007).

As questões legais no desenvolvimento de produto englobam informações de diferentes fontes, que podem ser: padrões e normas internas da organização, padrões industriais, leis de responsabilidade civil dos fornecedores (como o Código de Defesa do Consumidor no Brasil), regulamentos estrangeiros, normas internacionais, patentes, marcas, direitos autorais, políticas ambientais, políticas de restrição de materiais, etc. Normalmente, informações desse gênero podem ser encontradas em *sites* e bases de dados eletrônicas e devem ser analisadas minuciosamente antes do início das atividades de criação do produto. Uma vez avaliadas essas questões, é possível transformar uma restrição identificada em uma possibilidade de melhoria ou mesmo de inovação para o projeto. Ulrich e Eppinger (2012) sugerem, por exemplo, que a avaliação de patentes pode ser útil por dois motivos: primeiro, para que ideias já patenteadas sejam evitadas ou licenciadas; e segundo, como uma oportunidade de analisar estruturas detalhadas de projetos que podem conter informações úteis para o desenvolvimento de um novo produto ou mecanismo.

Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* a seguinte questão:

- Normas e Patentes.

### **6.2.5 Análise do Contexto do Produto**

A análise do contexto do produto tem como objetivo identificar detalhes que podem passar despercebidos ou não ter uma relação direta com o produto, apesar de interferir sobre a experiência de utilização do produto pelos usuários. Pialot *et al.* (2006) argumentam que além das necessidades tradicionalmente derivadas da oferta e demanda, o processo de desenvolvimento de produtos deve levar em consideração as necessidades potenciais, ou seja, aquelas que ainda não foram identificadas pelos consumidores. Essas podem agregar valor a todos os tipos de produtos, mesmo àqueles que já atendem as necessidades declaradas, porque consideram o contexto ao qual o consumidor está inserido. Para produtos em desenvolvimento que possuam similares disponíveis no mercado é válido inclusive realizar testes de análise da tarefa e análise das funções do produto em busca da identificação de necessidades potenciais e oportunidades para inovação e diferenciação frente aos concorrentes. De acordo com Bartex (2011), a análise da tarefa, a análise das funções e a

análise do ciclo de vida (tópico discutido a seguir) são aspectos fundamentais do processo criativo para geração de ideias promissoras.

Stappers *et al.* (2009) citam três abordagens de projeto de produto centrado no usuário que podem auxiliar o processo de detecção dessas necessidades latentes: (a) projeto de produto baseado na visão; (b) projeto a partir do contexto; e o (c) protótipo de experiência.

O *projeto de produto baseado na visão* engloba três níveis de análise, o contexto, a interação e o produto, onde o *designer* cria uma visão para o contexto futuro de utilização do produto e para a interação existente entre o produto e o usuário. O *projeto a partir do contexto* busca investigar, através de uma participação ativa do usuário, sua interação com o futuro produto a fim de identificar necessidades e desejos não explícitos, que podem estar relacionados a produtos existentes ou mesmo a produtos que ainda não existam. O *protótipo de experiência* busca auxiliar o *designer* a avaliar o ambiente e a experiência de uso do futuro produto. Neste caso, os protótipos não são tecnicamente completos e robustos, mas são suficientemente elaborados para apoiar uma experiência convincente ao utilizador (STAPPERS *et al.*, 2009).

A definição da abordagem mais adequada a ser utilizada dependerá do nível de detalhamento do projeto, podendo variar para casos de desenvolvimento de novos produtos ou de *redesign* de um produto já existente. Nesse processo de investigação, independentemente da abordagem adotada, a equipe de projeto (especialmente da área de *design*) deve inserir-se no contexto de utilização do produto e buscar essas necessidades potenciais, que podem surgir a qualquer momento na experiência do usuário, como por exemplo:

- Situações de uso diferentes das previstas no projeto, que podem levar a falta de segurança ou erro na utilização do produto;
- Percepções sobre o ambiente de utilização a nível geográfico ou ambiental, que podem apresentar diferentes índices de umidade, temperatura, radiação, pragas, etc.;
- No relacionamento ‘usuário  $x$  momento da utilização  $x$  outras pessoas inseridas no ambiente’, na relação do produto com o próprio ambiente (ex. onde ele é guardado, se fica exposto ou protegido, etc.), entre outros.

Uma técnica complementar às abordagens de investigação é o desenvolvimento de *storyboards* de utilização do produto (Figura 17). De acordo com Van der Lelie (2006) *storyboards* fornecem a linguagem visual que melhora a comunicação entre os membros da equipe de projeto com especialistas e futuros usuários, fazendo a ponte entre seus diferentes *backgrounds*. O desenvolvimento do *storyboard* do produto pode auxiliar na visualização das funções técnicas que o produto precisa cumprir, mas também sobre funções psicológicas,

sociais, econômicas e culturais que devem ser atendidas. Isto implica em incitar a equipe de projeto a responder a perguntas como “onde”, “quando”, “o quê”, “porquê”, “com quem”, “por quanto tempo”, considerando simultaneamente situações, ambientes, sentimentos, interações e contexto em relação ao uso pretendido do produto.



Figura 17.Exemplo de *storyboard* de produto.

Fonte: <http://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/28/c4/f7/28c4f7beb978e55fe03ab8a7453275d3.jpg>

A vantagem do uso de *storyboard* nesta etapa do projeto está na capacidade de leitura e reflexão sobre as interações visualizadas. A equipe de projeto pode retirar-se da experiência de uso e avaliar a situação a partir de seu exterior, discutindo sobre modificações e melhorias necessárias (VAN DER LELIE, 2006). Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* as seguintes informações:

- *Storyboard* do produto;
- Necessidades e desejos latentes;
- Oportunidades de melhorias no projeto.

## 6.2.6 Análise do Ciclo de Vida

Complementando a atividade de *Análise do contexto do produto*, para a geração de ideias orientadas à sustentabilidade, é necessário avaliar também o cenário do produto como um todo, incluindo todas as fases do seu ciclo de vida. Quanto maior o nível de detalhamento das diversas etapas do ciclo de vida do produto, melhor será a análise sobre as especificações e necessidades de cada uma dessas etapas. Uma boa referência para desenvolver esse processo é criar um desenho esquemático ou *storyboard* do caminho percorrido pelo produto, como ilustrado na Figura 18.

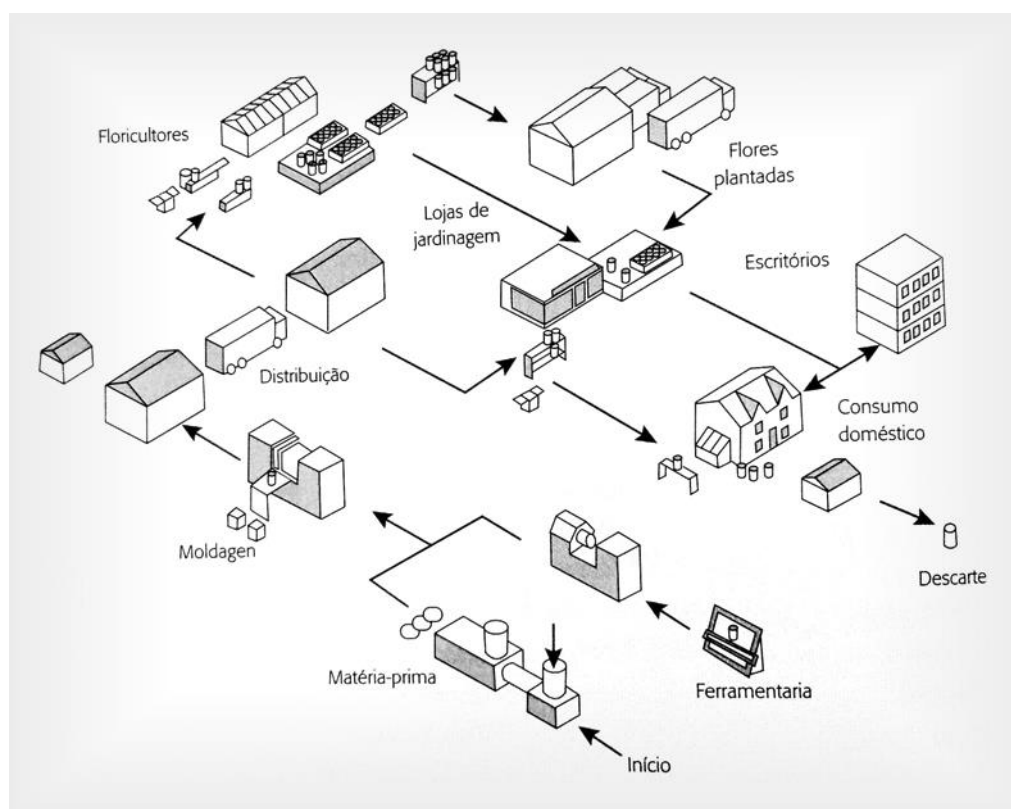


Figura 18. Análise do ciclo de vida de vasos de plástico para plantas.  
 Fonte: Baxter (2011).

Além dessa visão global sobre o produto, pode-se também desenvolver um desenho esquemático ou *storyboard* para etapas específicas onde ocorra sua manipulação e/ou utilização, e incluir as observações sobre as necessidades potenciais identificadas pela *Análise do contexto do produto* a fim de ampliar as percepções sobre as oportunidades de melhorias já identificadas. Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* as seguintes informações:

- *Storyboard* do ciclo de vida do produto;
- Necessidades e desejos latentes;
- Oportunidades de melhorias no projeto.

### **6.2.7 Identificação das Melhores Práticas Sustentáveis**

O objetivo desta atividade é analisar os casos de excelência de práticas sustentáveis (mesmo as práticas não diretamente relacionadas à área de investigação) que podem influenciar o processo de geração de ideias, como interações relativas aos usuários, produtos e fornecedores (VEZZOLI *et al.*, 2014). Também são válidas práticas relativas ao uso de ferramentas de apoio ao processo de desenvolvimento, experiências de países que tem maiores incentivos ao desenvolvimento sustentável em geral, práticas relacionadas aos processos de manufatura, etc. Cabe investigar qualquer tipo de ação que possa contribuir para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento do produto orientado à sustentabilidade. Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* as seguintes informações:

- Melhores práticas sustentáveis;
- Oportunidade de melhorias no projeto.

### **6.2.8 Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto**

O documento de *feedback* contém as metas definidas para o projeto durante a etapa de Planejamento do Projeto. O objetivo é apresentar de forma descritiva as informações referentes ao produto que se pretende desenvolver (de acordo com a estratégia da empresa), seus consumidores e o mercado no qual esse produto será inserido. Essas informações são a chave para o desenvolvimento de um produto de sucesso, pois a partir delas que o projeto do produto será capaz de transformar os desejos e as necessidades dos futuros consumidores em características físicas, técnicas e estéticas do novo produto. Neste documento também devem ser descritas informações relevantes observadas como oportunidades para o desenvolvimento de melhorias do futuro produto. Ele pode apresentar variações no conteúdo das suas informações de acordo com a complexidade de cada projeto.

O Quadro 13 apresenta o documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o projeto* e descreve os requisitos de projeto definidos durante as atividades da Etapa 1. Para melhor compreensão e identificação do projeto em desenvolvimento os requisitos foram reagrupados de acordo com os temas que abordam.

Quadro 13. Documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o projeto*

<i>Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto</i>	
<b>Especificações do Projeto</b>	
<b>1.1 Título do Projeto</b>	Defina o título utilizado para a identificação do projeto do produto.
<b>1.2 Descrição do Projeto</b>	Descreva a ideia inicial do projeto para o produto que será desenvolvido. Essa descrição pode adotar os seguintes formatos: <b>(a) Produto já definido pela empresa</b> , ex. liquidificador, cadeira, etc.; <b>(b) Ideia conceitual do produto</b> , ex. instrumento para corte de unhas infantis, eletrodoméstico para triturar resíduos de cozinha, etc.
<b>1.3 Perfil do Público-alvo</b>	Defina o perfil do público-alvo que o projeto do produto pretende atingir: <b>(a) Quem é o seu consumidor em potencial?</b> – Defina a segmentação demográfica do consumidor (faixa etária, sexo, tamanho da família, estado civil, religião, nacionalidade, geração/época em que foi criado, etc.). – Defina a segmentação geográfica onde o consumidor está inserido (país, região, estado, cidade, etc.). <b>(b) Qual o seu perfil de consumo?</b> – Defina a segmentação socioeconômica do consumidor (classe social, renda, escolaridade, profissão, posses de bens, etc.). <b>(c) Qual o seu estilo de vida (atleta, executivo, rural...)?</b> – Defina a segmentação psicográfica do consumidor (estilo de vida, personalidade e valores). – Defina o comportamento do consumidor (sua relação com esse tipo de produto, as atitudes direcionadas a ele, sua utilização, sua ocasião do consumo, etc.).
<b>1.4 Mercado-alvo</b>	Selecione o mercado que o projeto do produto pretende atingir: <b>(a) Marketing de massa:</b> corresponde a uma ampla cobertura do mercado consumidor. <b>(b) Marketing de segmento:</b> abrange um grande grupo identificado a partir de suas preferências, poder de compra, localização geográfica, atitudes e hábitos de compras similares.

*continua...*



Quadro 13. Documento *Feedback* Etapa 1: Requisitos para o projeto

### *Feedback* Etapa 1: Requisitos para o Projeto

- (c) **Marketing de nicho:** referente a um segmento pequeno e distinto que pode ser atendido com exclusividade.
- (d) **Marketing local:** engloba grupos de clientes locais como, cidade, bairros e até mesmo lojas específicas.
- (e) **Marketing individual:** desenvolvido sob medida para atender às necessidades e preferências dos clientes individualmente (produtos exclusivos).

#### 1.5 Estratégia de Distribuição

Selecione o canal de distribuição que tem potencial de ser utilizado. Lembre-se que em alguns casos é possível que mais de um canal seja utilizado.

- (a) **Distribuição direta:** a empresa distribui seu produto diretamente para o consumidor final.
- (b) **Distribuição indireta:** a empresa distribui seu produto através de serviços de intermediários.
- (c) **Distribuição híbrida:** a empresa utiliza intermediários, mas assume parte do processo de contato com seus clientes.

#### 1.6 Faixa de Preço

Defina a faixa de preço na qual o produto estará inserido.

#### 1.7 Necessidades e Desejos Identificados

Liste as necessidades e desejos explicitamente declarados pelos consumidores em potencial e/ou identificados ao longo da pesquisa de mercado.

#### 1.8 Avaliação dos Concorrentes

Revise os seus concorrentes, analise suas performances, a gama de produtos disponíveis, suas características (materiais, funções, acabamentos, tecnologia aplicada, etc.), e outros aspectos que considerar relevante. Lembre-se de registrar todas as informações que considerar importante.

#### 1.9 Oportunidade Identificada

Descreva a oportunidade identificada para o produto, ex. características estéticas e funcionais que devem ser incluídas no projeto do produto baseadas nas percepções de demanda do mercado, novas tecnologias disponíveis, necessidade  $x$  solução, etc.

*continua...*

Quadro 13. Documento *Feedback* Etapa 1: Requisitos para o projeto

## *Feedback* Etapa 1: Requisitos para o Projeto

### Especificações do Produto

#### 1.10 Descrição do Produto

Baseado nas ‘Especificações de Projeto’ acima determinadas, descreva todas as características identificadas que devem compor o projeto do produto. Essa descrição deve incluir o título descritivo do que será o produto (ex. liquidificador, cadeira, instrumento para corte de unhas infantis, eletrodoméstico para triturar resíduos de cozinha, etc.), os benefícios e/ou vantagens sobre o que já é ofertado por concorrentes no mercado, narrativas referente à ideia inicial das funções que o produto irá ter, esboços ilustrativos e/ou explicativos sobre detalhes das características estéticas pré-determinadas (ex. acabamentos, materiais, etc.), e outros aspectos relevantes identificados.

#### 1.11 Categoria do Produto

Identifique a categoria do produto que será desenvolvido.

<i>Categorias de Produtos</i>	<i>Características</i>	<i>Exemplos</i>
<i>Bens Consumíveis</i>	Produtos que são consumidos ao longo da sua utilização. Geralmente eles são comprados repetidas vezes e apenas a embalagem usada para o seu armazenamento resta após o seu consumo. Do ponto de vista do <i>design</i> , o projeto da embalagem é um dos principais focos dessa categoria.	Alimentos, produtos de limpeza e higiene, medicamentos, tintas, pesticidas, canetas, pilhas, etc.
<i>Bens de Uso Rápido</i>	Produtos de único consumo ou consumo rápido, normalmente de uso individual e relativamente baixo custo.	Jornais, revistas, escova de dente, fraldas descartáveis, hastes flexíveis, etc.
<i>Bens Duráveis Não Consumidores</i>	Bens duráveis que não consomem ou consomem pouca energia / recursos durante o seu uso e/ou sua manutenção. Normalmente são de uso coletivo ou compartilhado.	Objetos de utilidade doméstica, mobiliário, produtos decorativos, artigos esportivos, vestuário em geral, etc.
<i>Bens Duráveis Consumidores</i>	Bens duráveis que consomem energia e/ou recursos durante o seu uso. Normalmente são de uso coletivo ou compartilhado.	Eletroeletrônicos, eletrodomésticos, veículos em geral, linha branca, etc.

*continua...*

Quadro 13. Documento *Feedback* Etapa 1: Requisitos para o projeto

### *Feedback* Etapa 1: Requisitos para o Projeto

#### 1.12 Prioridade das Estratégias DFE

A partir da identificação da categoria do produto acima determinada, selecione a ordem de prioridade que as estratégias DFE devem assumir no projeto.

<i>Categorias de Produtos</i>	<i>Prioridade das Estratégias DFE</i>
<i>Bens Consumíveis</i>	1º Minimizar Recursos e Processos 2º Planejar <i>End-of-Life</i> 3º Otimizar a Vida do Produto
<i>Bens de Uso Rápido</i>	1º Minimizar Recursos e Processos 2º Planejar <i>End-of-Life</i> 3º Otimizar a Vida do Produto
<i>Bens Duráveis Não Consumidores</i>	1º Otimizar a Vida do Produto 2º Minimizar Recursos e Processos 3º Planejar <i>End-of-Life</i>
<i>Bens Duráveis Consumidores</i>	1º Minimizar Recursos e Processos 2º Otimizar a Vida do Produto 3º Planejar <i>End-of-Life</i>

#### 1.13 Ações Estratégicas

De acordo com as características do produto em desenvolvimento, selecione as ações estratégicas mais adequadas ao projeto. Lembre-se que essas ações deverão ser adotadas como metas pela equipe de projeto e devem obedecer a Prioridade das Estratégias DFE da categoria do produto que está em desenvolvimento.

**(a) Estratégia DFE Minimizar Recursos e Processos:** Refere-se à redução do consumo de matérias-primas, água, energia, e da geração de resíduos, efluentes e emissões para a atmosfera causadas pela manufatura e utilização de um produto ou serviço a ele associado. As ações estratégicas para essa abordagem são:

- Minimizar o conteúdo material, perdas e refugos;
- Minimizar o consumo de energia;
- Usar materiais renováveis, biodegradáveis, reciclados e/ou recicláveis;
- Evitar o uso de materiais perigosos;
- Minimizar as embalagens e consumos no transporte;
- Projetar produtos de uso coletivo;
- Projetar para a eficiência do consumo de recursos.

**(b) Estratégia DFE Otimizar a Vida do Produto:** Refere-se à vida útil do produto. O processo de otimização consiste em reduzir ou eliminar os motivos que levam os consumidores a descartar precocemente os produtos, como: a degradação das suas propriedades ou fadiga estrutural (causadas pelo uso intensivo), a degradação causada por processos naturais ou químicos, os danos causados por acidentes ou uso incorreto, e a obsolescência tecnológica, cultural e estética. As ações estratégicas para essa abordagem são:

*continua...*

Quadro 13. Documento *Feedback* Etapa 1: Requisitos para o projeto

### *Feedback* Etapa 1: Requisitos para o Projeto

- Projetar para a confiabilidade (segurança);
- Facilitar a atualização e adaptação;
- Projetar para manutenção e reparos;
- Projetar para a reutilização e remanufatura;
- Intensificar a utilização.

(c) **Estratégia DFE Planejar *End-of-life***: Tem como objetivo principal recuperar os materiais utilizados nos produtos após o fim da sua vida útil. As ações estratégicas para essa abordagem são:

- Projetar para a reciclagem;
- Facilitar a recolha e transporte após o uso;
- Facilitar a limpeza.

#### 1.14 Normas e Patentes

Verifique as normas que regulamentam o tipo de produto em desenvolvimento: padrões e normas internas (empresa), padrões industriais, leis de responsabilidade civil dos fornecedores (como o Código de Defesa do Consumidor no Brasil), regulamentos estrangeiros, normas internacionais, patentes, marcas, direitos autorais, políticas ambientais, políticas de restrição de materiais, etc.

## Análise da Oportunidade

#### 1.15 *Storyboard* do Produto

Baseado nas informações adquiridas até o momento, produza um painel descritivo do processo de utilização do produto. Para auxiliar esse processo utilize a abordagem a seguir que mais se adequa ao nível de detalhamento do projeto em desenvolvimento:

- Projeto baseado na visão**: engloba três níveis de análise, o contexto, a interação e o produto, onde o *designer* cria uma visão para o contexto futuro de utilização do produto e para a interação existente entre o produto e o usuário.
- Projeto a partir do contexto**: investiga através de uma participação ativa do usuário sua interação com o futuro produto a fim de identificar necessidades e desejos não explícitos, que podem estar relacionados a produtos existentes ou mesmo a produtos que ainda não existam.
- Protótipo de experiência**: busca auxiliar o *designer* a avaliar o ambiente e a experiência de uso do futuro produto. Neste caso, os protótipos não são tecnicamente completos e robustos, mas são suficientemente elaborados para apoiar uma experiência convincente ao utilizador.

#### 1.16 *Storyboard* do Ciclo de Vida

Produza um painel descritivo contendo todas as etapas do ciclo de vida do produto. Lembre-se que quanto maior o nível de detalhamento das diversas etapas, melhor será a sua análise sobre as especificações e necessidades de cada uma delas. Dê uma atenção especial para os casos onde ocorre manipulação e/ou utilização do produto.

*continua...*

Quadro 13. Documento *Feedback* Etapa 1: Requisitos para o projeto

### ***Feedback* Etapa 1: Requisitos para o Projeto**

#### **1.17 Necessidade e Desejos Latentes**

Descreva as necessidades e desejos não declarados pelo público-alvo, identificadas a partir da avaliação dos concorrentes, análise do contexto do produto e análise do ciclo de vida do produto.

#### **1.18 Melhores Práticas Sustentáveis**

Descreva as possíveis práticas a serem adotadas no projeto do produto que podem adicionar benefícios sustentáveis em qualquer uma das etapas do seu ciclo de vida. Analise os casos de excelência de práticas sustentáveis, mesmo aquelas não diretamente relacionadas à área de investigação, mas que possam influenciar o processo de geração de ideias. São válidas práticas relativas à interação com o usuário, produtos ou fornecedores, uso de ferramentas de apoio ao processo de desenvolvimento, experiências de países que tem maiores incentivos ao desenvolvimento sustentável, práticas relacionadas aos processos de manufatura, etc. Lembre-se, cabe investigar qualquer tipo de ação que possa contribuir para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento de produtos orientado à sustentabilidade.

#### **1.19 Oportunidades de Melhorias no Projeto**

Descreva as oportunidades de melhorias identificadas a partir da avaliação dos concorrentes, análise do contexto do produto, análise do ciclo de vida do produto e melhores práticas sustentáveis que podem ser agregadas ao projeto.

## 6.3 2ª FASE: PROJETO *END-OF-LIFE*

A segunda fase do modelo compreende a *Etapa 2: Planejamento EOL do Produto*. A gestão EOL é uma abordagem proativa para reduzir o desperdício e economizar recursos que deve ser aplicada nas fases iniciais do projeto de produtos. A antecipação das estratégias EOL pode melhorar o processo de desenvolvimento de soluções garantindo maior eficiência do projeto nos próximos estágios (GEHIN *et al.*, 2008). A seguir são apresentadas as atividades que devem ser executadas durante essa etapa, conforme ilustra a Figura 19.

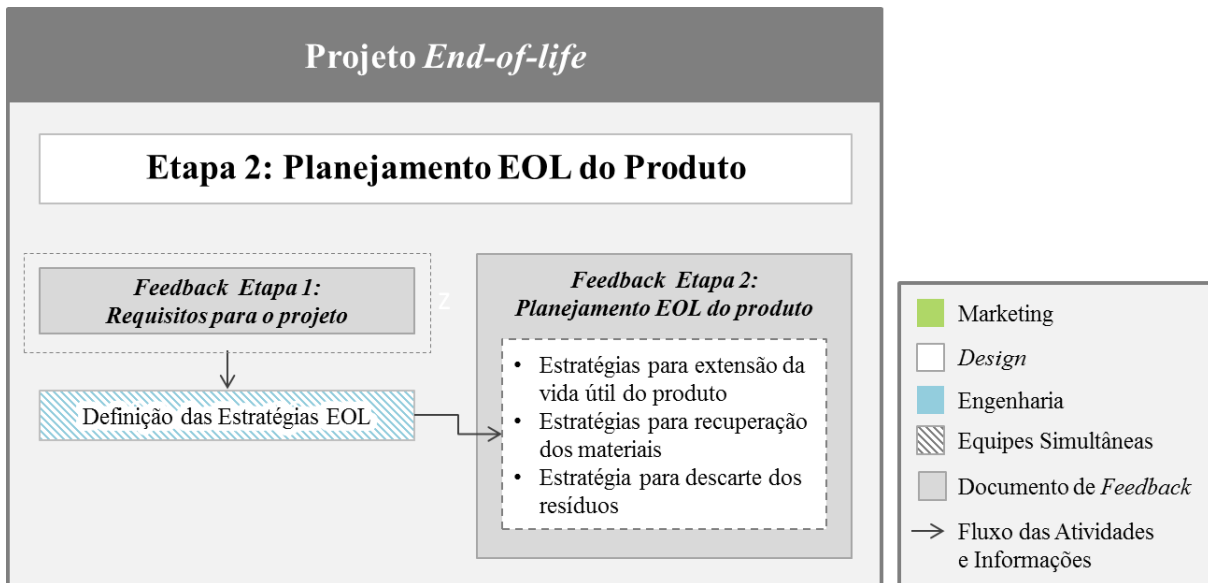


Figura 19.2ª Fase: Projeto *End-of-life*.

### 6.3.1 Definição da Estratégia EOL

O desenvolvimento de estratégias EOL tem como objetivo antecipar o planejamento do fim da vida do produto para as etapas iniciais do processo de desenvolvimento, atuando como uma das metas de projeto nas etapas de desenvolvimento conceitual e técnico do produto. Neste modelo, o desenvolvimento dessa atividade deve ser baseado nas informações registradas no documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o projeto*, o qual estabelece as primeiras metas do projeto. O objetivo é identificar características e especificações importantes que deverão ser consideradas nas etapas seguintes, alinhando o desenvolvimento das estratégias EOL as especificações do produto definidas no planejamento do projeto, antes do seu desenvolvimento conceitual, de modo que as ideias geradas para o produto em desenvolvimento atendam também as metas de EOL.

A definição das Estratégias EOL deve seguir a abordagem da hierarquia de gerenciamento de resíduos estabelecida pela *Waste Framework Directive (2008/98/EC)*<sup>8</sup>,

<sup>8</sup> No Brasil esta hierarquia é estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Art. 9º da Lei 12.305 de 2010), a qual determina a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

onde a primeira medida sempre deverá ser a prevenção da geração de resíduos. Estas medidas de prevenção têm como objetivo o uso dos materiais de forma eficiente, a extensão da vida útil dos produtos e o controle rigoroso sobre o uso ou emissão de substâncias nocivas ao ambiente e a saúde humana. As estratégias EOL correspondentes à abordagem de prevenção são: o reuso, a recuperação, o acondicionamento e a remanufatura (BAKKER *et al.*, 2014).

A segunda abordagem da hierarquia de gerenciamento de resíduos deve ser o tratamento dos resíduos gerados através de operações de recuperação dos materiais. Neste caso, a primeira medida a ser adotada é a reciclagem, o que engloba qualquer operação de recuperação de resíduos, seja através do reprocessamento em produtos, materiais ou substâncias, para fins originais ou outros, incluindo o reprocessamento de materiais orgânicos. Como segunda medida de recuperação entram os processos de incineração e descarte em aterro sanitário, que tenham como objetivo a recuperação material para o fornecimento de energia, combustível ou aditivos e cargas que possam ser reutilizados na produção de outros materiais.

Como última medida na hierarquia de gerenciamento de resíduos está a operação de descarte, onde os materiais são eliminados sem que qualquer processo de recuperação seja aplicado. Esta medida deve ser evitada o tanto quanto possível, e quando indispensável, deve ser cuidadosamente planejada para causar os menores impactos possíveis sobre o ambiente e a saúde.

De acordo com os princípios acima apresentados, a aplicação das estratégias EOL deve seguir, preferencialmente, a seguinte hierarquia:

- 1º Reuso:** uso direto ou indireto de um produto para a mesma ou outra aplicação sem que nenhuma operação de reparo seja realizada (MA; KREMER 2014; RAAD *et al.*, 2014).
- 2º Recuperação:** restauro de partes ou funções de produtos relacionados a ações de manutenção enquanto o consumidor mantém a propriedade do produto.
- 3º Recondicionamento e Remanufatura:** recuperação (substituição, reconstrução, reprocessamento, remontagem) de produtos, partes de produtos ou componentes para uma condição de seminovo que apresente funcionalidade satisfatória a sua atual especificação/função (MA; KREMER 2014; GOEPP *et al.*, 2014; GOODALL *et al.*, 2014; HATCHER *et al.*, 2011; RAAD *et al.* 2014).
- 4º Reciclagem:** reprocessamento de resíduos materiais em produtos, materiais ou substâncias que podem ser usadas para a fabricação de novos produtos (EUROPEAN COMMISSION, 2012).

**5º Incineração e aterro sanitário:** recuperação dos materiais através de processos de geração de algum tipo de energia ou aditivos e cargas que possam ser reutilizados na produção de outros materiais.

**6º Descarte (eliminação):** eliminação dos materiais sem nenhum processo direto de recuperação.

Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do produto* as seguintes informações:

- Estratégias para extensão da vida útil do produto;
- Estratégias para recuperação dos materiais;
- Estratégia para descarte dos resíduos.

### **6.3.2 Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do Produto**

O documento de *feedback* pode apresentar variações no conteúdo das suas informações de acordo com a complexidade de cada projeto. O Quadro 14 apresenta o documento *Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do produto* e descreve as estratégias EOL definidas durante as atividades da etapa de Planejamento EOL do Produto.



Quadro 14.Documento *Feedback* Etapa 2: Planejamento EOL do produto

## *Feedback* Etapa 2: Planejamento EOL do Produto

### 2.1 Estratégias para a Extensão da Vida Útil do Produto

Descreva as estratégias que deverão ser adotadas no produto visando à extensão da sua vida útil. Lembre-se que você pode considerar a adoção de uma ou várias estratégias de acordo com as metas do projeto. Observe atentamente as informações registradas no documento *Feedback Etapa 1* para garantir que suas estratégias estejam alinhadas às necessidades e particularidades do projeto.

- (a) **Reuso:** uso direto ou indireto de um produto para a mesma ou outra aplicação sem que nenhuma operação de reparo seja realizada.
- (b) **Recuperação:** restauro de partes ou funções de produtos relacionados a ações de manutenção enquanto o consumidor mantém a propriedade do produto.
- (c) **Recondicionamento e Remanufatura:** recuperação (substituição, reconstrução, reprocessamento, remontagem) de produtos, partes de produtos ou componentes para uma condição de seminovo que apresente funcionalidade satisfatória a sua atual especificação / função.

Para auxiliar o desenvolvimento das estratégias verifique o uso das ferramentas DFX: *Design for Manufacturing* (DFM), *Design for Assembly* (DFA), *Design for Disassembly* (DFD), e *Design for Reuse/Remanufacturing* (DFRR).

### 2.2 Estratégias para a Recuperação dos Materiais

Descreva as estratégias que deverão ser adotadas no produto visando à recuperação dos materiais. Lembre-se que você pode considerar a adoção de uma ou várias estratégias de acordo com as metas do projeto. Observe atentamente as informações registradas no documento *Feedback Etapa 1* para garantir que suas estratégias estejam alinhadas às necessidades e particularidades do projeto.

- (a) **Reciclagem:** reprocessamento de resíduos materiais em produtos, materiais ou substâncias que podem ser usadas para a fabricação de novos produtos.
- (b) **Incineração e aterro sanitário:** recuperação dos materiais através de processos de geração de algum tipo de energia ou aditivos e cargas que possam ser reutilizados na produção de outros materiais.

Para auxiliar o desenvolvimento das estratégias verifique o uso das ferramentas DFX: *Design for Recyclability* (DFR), e *Design for Disassembly* (DFD).

### 2.3 Estratégia para o Descarte dos Resíduos

Descreva as estratégias que deverão ser adotadas no produto visando à eliminação dos resíduos gerados ou materiais que não podem ser reaproveitados após o final da vida útil do produto. Lembre-se de verificar a legislação vigente referente à responsabilidade das empresas sobre o descarte de produtos, especialmente para aqueles que apresentam em sua composição o uso de materiais perigosos (ex. pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes; agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem após o uso constitua resíduo perigoso). No Brasil, consulte a LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

## 6.4 3ª FASE: DESENVOLVIMENTO E EXECUÇÃO

As atividades realizadas ao longo da fase de Desenvolvimento e Execução englobam o desenvolvimento do projeto técnico do produto até o seu envio para a produção. Esta fase é composta por duas etapas: *Etapa 3: Desenvolvimento Conceitual* e a *Etapa 4: Detalhamento Técnico*.

### 6.4.1 Desenvolvimento Conceitual

O Desenvolvimento Conceitual é onde as oportunidades e necessidades identificadas nas Etapas 1 e 2 serão transformadas em características do produto em desenvolvimento. Nesta etapa, são desenvolvidas as linhas básicas de forma e função, e as informações passam a ser vistas como atributos que irão gerar os princípios funcionais e de estilo do novo produto (BAXTER, 2011).

O objetivo no Desenvolvimento Conceitual é propor a melhor configuração para o produto, resultante do processo de negociação entre os requisitos do projeto, as estratégias EOL do produto e as considerações técnicas observadas ao longo da geração de ideias. A Figura 20 apresenta as atividades que devem ser executadas durante essa etapa.

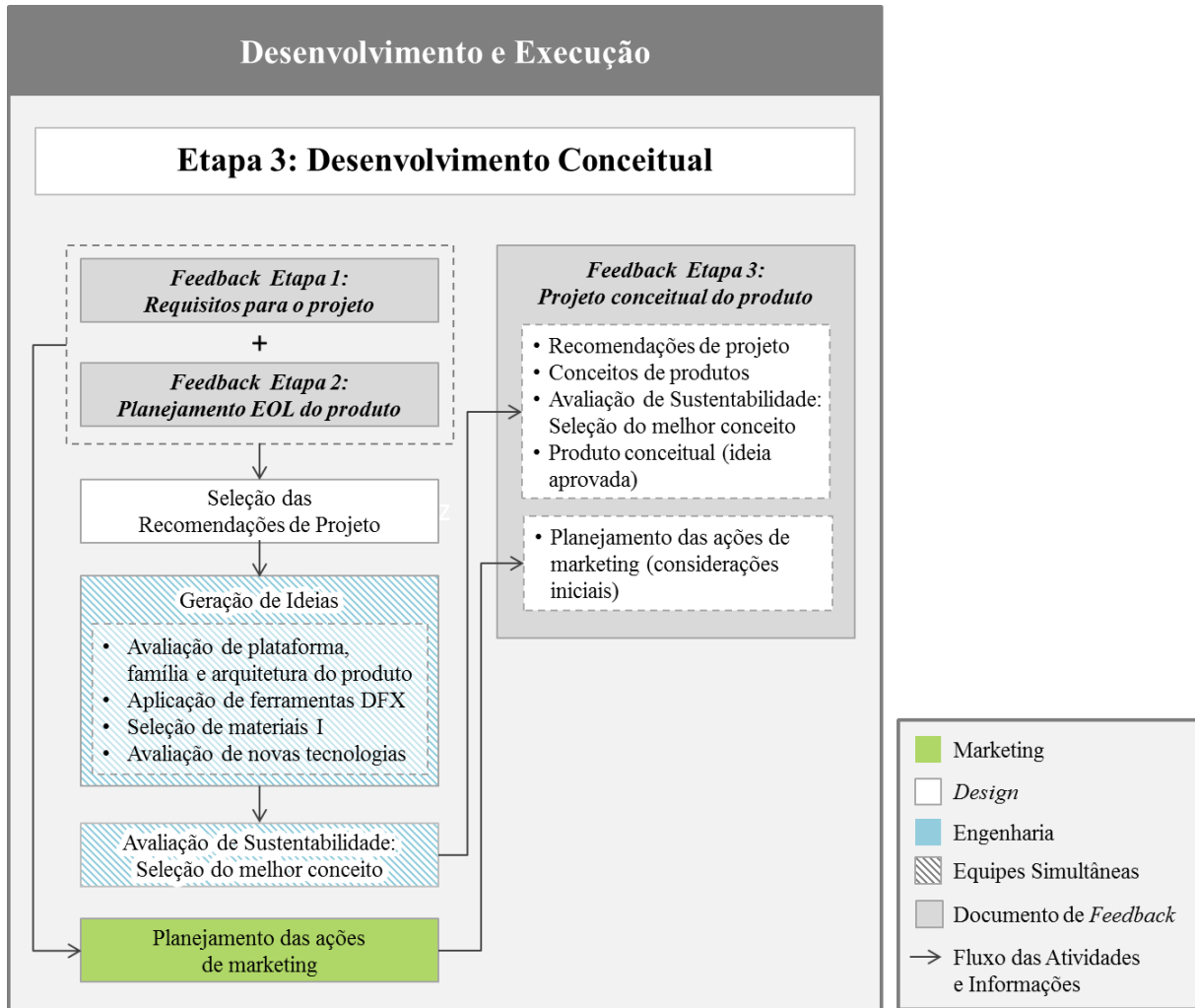


Figura 20. 3º Fase: Desenvolvimento e Execução – Etapa 3: Desenvolvimento Conceitual.

### 6.4.1.1 Seleção das Recomendações de Projeto

A atividade de *Seleção das Recomendações de Projeto* adotadas neste estudo é originária do método proposto por Fernandes (2013), o qual é composto por um conjunto de diretrizes que devem ser utilizadas para direcionar o desenvolvimento de produtos orientados a sustentabilidade. Essas recomendações estão alinhadas as quatro categorias de produtos *Bens Consumíveis*, *Bens de Uso Rápido*, *Bens Multiuso Não Consumidores* e *Bens Multiuso Consumidores* apresentadas nos Quadros 16, 17, 18 e 19, respectivamente, anexos ao documento *Feedback Etapa 3: Projeto Conceitual do Produto* (veja Tópico 6.4.1.5). Os quadros também apresentam sugestões de ferramentas DFX que podem ser utilizadas para desenvolver as recomendações, e a pontuação de cada recomendação para as respectivas categorias. A pontuação indicada é uma referência da importância da recomendação em

relação a sua respectiva categoria de produto, e será posteriormente utilizada para avaliar as ideias geradas para o produto em desenvolvimento. O Apêndice A apresenta os detalhes do processo de formulação da pontuação para as recomendações de projeto.

Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento '*Feedback Etapa 3: Projeto Conceitual do Produto*' as seguintes Informações:

- Recomendações de projeto.

#### 6.4.1.2 Geração de Ideias

A atividade de geração de ideias é caracterizada pela transformação do conjunto de informações, determinadas nas etapas anteriores, nas alternativas de conceitos para o produto que está em desenvolvimento. Um conceito de produto é uma descrição concisa das tecnologias, princípios de funcionamento e forma que o produto adotará para satisfazer essas informações referentes às necessidades dos usuários e do projeto. Geralmente, um conceito de produto é expresso através de uma breve descrição textual, complementada por esboços, diagramas ou um modelo tridimensional simplificado (ULRICH; EPPINGER, 2012).

Neste modelo, esse conjunto de informações são descritas nos documentos de *Feedbacks das Etapas 1 e 2*, e associados as '*Recomendações de Projeto*' selecionadas anteriormente, formulam o conjunto de metas que devem ser atendidas pelo novo produto. Nesta atividade, as três regras propostas por Ulrich e Eppinger (2012) para a identificação de oportunidades podem ser também utilizadas como referência ao processo de geração de ideias:

- Gerar um grande número de conceitos para o produto aumenta a chance de identificar um que seja excelente;
- Buscar alta qualidade nos conceitos gerados pode aumentar a qualidade sobre as questões consideradas metas do produto;
- Criar alta variação na qualidade dos conceitos gerados aumenta a possibilidade de que um deles seja excepcionalmente bom.

Complementarmente, técnicas comuns ao processo de geração de ideias e ao processo criativo podem ser aplicadas para o desenvolvimento dessa atividade. Baxter (2011) sugere uma série dessas técnicas, como: anotações coletivas, estímulo grupal, *brainstorming*, *brainwriting*, permutação das características, analogias e metáforas, clichês e provérbios, etc.

O uso da ferramenta QFD também pode auxiliar a verificação das ideias geradas quanto aos requisitos considerados importantes pelos clientes, destacados durante a identificação das necessidades.

Como o objetivo principal deste modelo é o desenvolvimento de produtos orientados para a sustentabilidade outras quatro atividades internas ao processo de geração de ideias devem ser realizadas:

#### ***a. Avaliação de plataforma, família e arquitetura do produto***

Atividade relativa ao desenvolvimento de componentes e subconjuntos de produtos derivados de outros projetos (ULRICH e EPPINGER, 2012). Essas considerações devem ocorrer quando se pretende desenvolver partes de produtos ou produtos baseados em tecnologias, sistemas, ou mesmo considerações estéticas de outros projetos já desenvolvidos.

#### ***b. Aplicação de ferramentas DFX***

O objetivo dessa atividade durante a geração de ideias é auxiliar o processo criativo através da antecipação da visão dos processos que ocorrem após o seu desenvolvimento. Os conceitos das ferramentas devem ser trabalhados sob uma perspectiva global do produto que está sendo desenvolvido. Os quadros das Recomendações de Projeto apresentadas anteriormente sugerem as ferramentas DFX que podem auxiliar o desenvolvimento de cada uma das recomendações.

#### ***c. Seleção de materiais I***

Essa atividade tem como objetivo fazer uma análise prévia dos possíveis materiais a serem utilizados na fabricação do produto. Como os materiais tem grande responsabilidade sobre os impactos que os produtos poderão provocar ao ambiente, a seleção prévia desses materiais nas atividades iniciais de projeto pode contribuir significativamente na redução desses impactos (ZARANDI *et al.*, 2011). Este modelo não engloba a avaliação dos impactos ambientais que os materiais podem causar, entretanto, existem na literatura publicações especializadas em tais avaliações que podem ser consultadas ao longo da atividade de geração de ideias. Alguns exemplares que abordam esse assunto são: ‘*Design Industrial - Materiais e processos de fabricação*’ de Jim Lesko (2012), ‘*Materiais e Design - Arte e ciência da seleção de materiais no design do produto*’ de Michael Ashby e Kara Johnson (2010), ‘*Materiais Sustentáveis, Processos e Produção*’ de Rob Thompson (2015).

#### ***d. Avaliação de Novas Tecnologias***

Essa atividade é relativa à investigação de novas tecnologias disponíveis, tanto para aplicação nos produtos, quanto em relação aos processos de produção. Para a geração de ideias orientadas à sustentabilidade é importante investigar possibilidades que sigam nessa direção, assim, todo o campo de investigação é válido, mesmo em contextos muito diferentes do ambiente do produto. A discussão conjunta sobre materiais e novas tecnologias podem auxiliar no desenvolvimento de propostas inovadoras, permitindo a visualização de novas abordagens e possibilidades para os produtos em desenvolvimento. No entanto, a decisão sobre a utilização de novas tecnologias deve estar alinhada as estratégias e capacidades da empresa em adotar o uso de tais tecnologias.

O processo de geração de conceitos para o produto é uma das atividades do projeto que apresenta os menores custos, aproximadamente 5% do orçamento e 15% do tempo de desenvolvimento (ULRICH e EPPINGER, 2012). Isso permite que a equipe de projeto execute essa atividade à exaustão, garantindo que o conceito no qual o produto será fundamentado não negligencie nenhuma meta especificada para o projeto. O não atendimento de metas consideradas fundamentais ou obrigatórias pelos conceitos gerados para o produto é motivo para a sua eliminação das atividades posteriores, uma vez que isso poderá justificar a sua rejeição futura pelo mercado (BAXTER, 2011). Dessa forma, os muitos conceitos gerados nesta atividade devem ser selecionadas pela equipe de projeto em função das metas inicialmente estabelecidas. Não existe um número exato para a seleção desses conceitos, mas algo entre três e cinco opções pode ser suficiente para a equipe selecionar a melhor delas. Dessa forma, aqueles conceitos que a equipe considerar que tem o maior potencial devem ser então submetidos a próxima atividade do modelo *Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito*.

Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 3: Projeto Conceitual do Produto* as seguintes informações:

- Conceitos de produto.

### 6.4.1.3 Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito

A atividade de avaliação de sustentabilidade proposta nesse modelo tem como objetivo avaliar a orientação de sustentabilidade dos conceitos gerados para o produto, visando apoiar o processo de tomada de decisão sobre qual ideia gerada deve ser continuada. Essa atividade deve ser realizada pela equipe de projeto e deve considerar como base para a análise a sua própria percepção sobre as ideias geradas para os conceitos e seus concorrentes. Trata-se de uma verificação sobre quanto das *Recomendações de Projeto* selecionadas anteriormente foram aplicadas as ideias desenvolvidas.

A construção dessa avaliação é baseada em uma matriz QFD simplificada (Figura 21), onde a qualidade demanda é composta pelas '*Recomendações de Projeto*' selecionadas para a categoria do produto em desenvolvimento, a importância corresponde a *Pontuação (r)* das recomendações selecionadas (apresentadas nos Quadros 16, 17, 18 e 19, veja Tópico 6.4.1.5) e os *Produtos Avaliados (p)* são compostos pelos conceitos gerados para o produto em desenvolvimento. Nesta matriz, ainda é possível inserir aos *Produtos Avaliados (p)* os produtos concorrentes considerados mais importantes a fim de compará-los aos conceitos gerados. Por fim, os *Produtos Avaliados (p)* (conceitos gerados + concorrentes) são avaliados pela equipe de projeto, onde para cada recomendação de projeto selecionada a equipe atribui uma pontuação entre 1 (um) e 5 (cinco) referente ao quanto cada produto em avaliação atende tal recomendação, como ilustra a Figura 21.

Recomendações de Projeto	Pontuação (r)	Produtos Avaliados (p)						
		Conceito 1	Conceito 2	Conceito 3	...	Concorrente A	Concorrente B	...
a	1							
b	2							
c	3							
...	...							
n	n							
Atendimento aos Requisitos (AR)								

Escala de pontuação para **Produtos Avaliados (p)**:  
**5: excelente** atendimento da recomendação  
**4: muito bom** atendimento da recomendação  
**3: bom** atendimento da recomendação  
**2: razoável** atendimento da recomendação  
**1: muito pouco/nenhum** atendimento da recomendação

Figura 21. Matriz de Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito.

Os valores obtidos para o *Atendimento aos Requisitos (AR)* para cada conceito avaliado são determinados através da somatória dos valores multiplicados entre a *Pontuação (r)* e os valores atribuídos a cada *Conceito* ou *Concorrente (p)*, como mostra a Equação 1

$$AR_j = \sum_{i=1}^n (r_i \times p_i), \text{ onde } i=1, \dots, n \quad (1)$$

Ao final, o maior resultado para o *Atendimento aos Requisitos (AR)* indicará qual conceito gerado para o produto melhor atende as recomendações de projeto. Neste momento, a equipe de projeto ainda pode analisar os resultados, e se julgar necessário, propor um ou mais conceitos novos visando melhorar o desempenho do atendimento às recomendações. Neste caso, a avaliação de sustentabilidade dos conceitos propostos deve ser executada novamente, e aquele que obter a maior pontuação para o *Atendimento aos Requisitos (AR)* deve ser a opção de Produto Conceitual a ser desenvolvido nas etapas seguintes.

Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 3: Projeto conceitual do produto* as seguintes questões:

- Produto conceitual (ideia de conceito aprovada).



#### **6.4.1.4 Planejamento das Ações de Marketing (considerações iniciais)**

O planejamento das ações de marketing é realizado pelos gestores de marketing, que seguem um processo de acordo com planos estabelecidos nos níveis superiores da empresa (KOTLER, 2000). Ele contém o planejamento das ações táticas que serão desenvolvidas para alcançar os objetivos estratégicos do '*Plano de Marketing*' definidos no início do projeto.

Neste modelo, esta atividade se estende até a Etapa 4 e refere-se apenas ao desenvolvimento dos materiais gráficos que acompanham o produto. Dessa forma, o plano para ações de marketing deve direcionar-se as questões relativas ao desenvolvimento da identidade visual do produto e seus materiais gráficos, como o material informativo, o material publicitário e a embalagem. Especialmente para o desenvolvimento da embalagem deve-se verificar as metas estabelecidas para a *Estratégia de Distribuição*, definida nas *Especificações do Projeto* no documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o projeto*.

#### **6.4.1.5 Feedback Etapa 3: Projeto Conceitual do Produto**

O documento de *feedback* deve apresentar as recomendações de projeto que devem ser aplicados ao produto em desenvolvimento, o conceito desse produto e a ideia gerada selecionada para ser posteriormente produzida e comercializada. Deve conter as ilustrações, esboços, e outras formas de representação que tenham sido desenvolvidas, juntamente com todas as informações importantes para o seu detalhamento técnico.

O Quadro 15 apresenta o documento *Feedback Etapa 3: Projeto conceitual do produto* e a descrição dos requisitos conceituais do projeto definidos durante as atividades da etapa de Desenvolvimento Conceitual.

Quadro 15. Documento *Feedback* Etapa 3: Projeto conceitual do produto

### ***Feedback Etapa 3: Projeto Conceitual do Produto***

#### **3.1 Recomendações de Projeto**

Selecione as Recomendações de Projeto \* (para a categoria do produto) mais adequadas às características e objetivos do produto em desenvolvimento. Lembre-se que essas recomendações deverão ser adotadas como metas pela equipe de projeto, e que elas serão o critério utilizado para avaliar a sustentabilidade das ideias geradas para o produto. Preocupe-se em selecionar recomendações relevantes para o projeto. A seleção de um grande número de recomendações ou apenas de recomendações com a pontuação alta não significa necessariamente o desenvolvimento de um excelente resultado.

\*Veja as recomendações para as quatro categorias de produtos nos anexos desse documento.

#### **3.2 Conceitos de Produtos**

Descreva os conceitos de produto (ideias geradas) selecionados pela equipe de projeto para a submissão à Avaliação de Sustentabilidade. Cada conceito deve apresentar uma descrição concisa das tecnologias, princípios de funcionamento e forma que o produto adotará para satisfazer essas informações referentes às necessidades dos usuários e do projeto. Lembre-se de anexar a este documentos todos os esboços ou imagens dos modelos desenvolvidos, assim como as questões referentes a plataforma, família e arquitetura do produto (quando isso for relevante), e os materiais com potencial de utilização para a futura fabricação do produto.

#### **3.3 Avaliação de Sustentabilidade: seleção do melhor conceito**

Avalie os conceitos de produto gerados quanto ao nível de atendimento das Recomendações de Projeto selecionadas anteriormente. Você pode incluir nesta avaliação aqueles concorrentes que considerar mais importantes, e avaliar o desempenho de seus conceitos também em relação ao desempenho deles. Lembre-se que a equipe de projeto pode analisar os resultados, e se julgar necessário, propor um ou mais conceitos novos visando melhorar o desempenho do atendimento às recomendações. Caso isso ocorra, a avaliação de sustentabilidade dos conceitos propostos deve ser executada novamente.

##### **Instruções para realizar a avaliação:**

Na tabela abaixo, preencha as duas primeiras colunas com as *Recomendações de Projeto* selecionadas para o produto em desenvolvimento e suas respectivas *Pontuações(r)* (veja os anexos deste documento). Na sequência, atribua aos *Produtos Avaliados(p)* (conceitos + concorrentes selecionados para a avaliação) a pontuação correspondente ao nível de atendimento das recomendações, utilize notas de 1 à 5 conforme a escala apresentada na tabela. Lembre-se que essa atividade deve ser realizada pela equipe de projeto a partir da sua própria percepção sobre as ideias geradas para os conceitos e seus concorrentes, essa será sua base de avaliação. Por fim, para calcular o *Atendimento aos Requisitos (AR)* de cada conceito e concorrente avaliado, deve-se somar os valores obtidos através da multiplicação entre os valores de *Pontuação (r)* e suas respectivas notas (de 1 à 5), atribuídas a cada *Produto Avaliado (p)*. O conceito avaliado que apresentar o maior resultado para o *Atendimento aos Requisitos (AR)* indicará a ideia gerada para o produto que melhor atende as recomendações de projeto. Essa opção passará então a ser o Produto Conceitual aprovado, e deverá ser desenvolvido nas etapas seguintes do processo.

*continua...*

Quadro 15. Documento *Feedback* Etapa 3: Projeto conceitual do produto

<b>Feedback Etapa 3: Projeto Conceitual do Produto</b>								
Recomendações de Projeto	Pontuação (r)	Produtos Avaliados (p)						
		Conceito 1*	Conceito 2	Conceito 3	...	Concorrente A	Concorrente B	...
a	1	3						
b	2	5						
c	3	2						
...	...	...						
n	n	4						
Atendimento aos Requisitos (AR)								
$AR_j = \sum_{i=1}^n (r_i \times p_i)$ , onde $i=1, \dots, n$								
<p>                     Escala de pontuação para <b>Produtos Avaliados (p)</b>:  <b>5: excelente</b> atendimento da recomendação  <b>4: muito bom</b> atendimento da recomendação  <b>3: bom</b> atendimento da recomendação  <b>2: razoável</b> atendimento da recomendação  <b>1: muito pouco/nenhum</b> atendimento da recomendação                 </p> <p>                     * Exemplo do cálculo para <i>Atendimento aos Requisitos (AR)</i> do Conceito 1:  <math>AR = (1 \times 3) + (2 \times 5) + (3 \times 2) + \dots + (n \times 4)</math> </p>								
<h3>3.4 Produto Conceitual (ideia aprovada)</h3> <p>                     Apresente o conceito para o produto selecionado na etapa anterior. Lembre-se de incluir aos anexos todas as ilustrações, esboços e outras formas de representação que tenham sido desenvolvidas, assim como as informações sobre detalhes e características do projeto, como: utilização, funções, dispositivos, botões, encaixes, ideias de materiais, texturas, tipo de acabamento, dimensões, percepções estéticas, entre outros.                 </p>								
<h3>3.5 Planejamento das Ações de Marketing (considerações iniciais)</h3> <p>                     A partir das informações contidas nos documentos de Feedback das Etapas 1 e 2, defina os materiais gráficos que deverão ser desenvolvidos para o projeto.                 </p> <p> <b>(a) Materiais informativos:</b> manual de instruções, guia para assistência técnica, termo de garantia, informativo sobre descarte, etc.                 </p> <p> <b>(b) Material publicitário:</b> divulgação <i>on-line</i> (ex. <i>banner</i> de internet, etc.), divulgação física (ex. anúncio em revistas, jornais, TV, etc.), ponto de venda (ex. totem, display, etc.).                 </p> <p> <b>(c) Embalagens:</b> embalagens necessárias para a distribuição e armazenamento do produto.                 </p> <p>                     Lembre-se que, nesta etapa do projeto, esta atividade ainda está em fase inicial e deve descrever o que se pretende desenvolver em relação aos materiais gráficos. O desenvolvimento de fato desses materiais só ocorrerá na próxima etapa, e contará com a participação da equipe de <i>design</i> gráfico responsável pela criação da identidade visual do produto.                 </p>								

## Anexos do Documento de *Feedback* 3: Projeto Conceitual do Produto

Quadro 16. Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis

Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis	Pontuação	Ferramentas*
1º Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	65	DFM e DFA
2º Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	65	DFM e DFR
3º Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	61	DFM e DFR
4º Evitar e/ou minimizar o uso de materiais adicionais (ex.: colas, rótulos e tintas utilizadas no processo de impressão).	56	DFM e DFA
5º Analisar as características físicas e químicas dos produtos para a escolha dos materiais para a produção de embalagens.	51	DFM e DFR
6º Projetar produtos mais leves e concentrados.	48	DFM e DFA
7º Projetar o tamanho da embalagem correspondente à quantidade de produto.	46	DFM e DFA
8º Projetar as embalagens avaliando sua planificação para melhor aproveitamento de material.	45	DFM e DFA
9º Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	41	DFM e DFA
10º Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	40	DFM e DFA
11º Evitar a sobreposição de embalagens.	39	DFM e DFA
12º Projetar embalagens econômicas (ex. embalagens tipo 'tamanho família').	39	DFM
13º Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	24	DFM e DFA
14º Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	22	DFR e DFRR
15º Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	21	DFM e DFA
16º Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	21	DFD e DFR
17º Projetar embalagem que mantenham a integridade e qualidade do produto em condições normais de transporte e armazenamento.	20	DFM e DFA
18º Evitar o uso de materiais não biodegradáveis em produtos destinados a reciclagem orgânica e/ou descarte em aterro sanitário.	20	DFR
19º Projetar embalagens que facilitem o uso correto do produto (ex. embalagens/rótulos instruindo sobre a quantidade adequada de produto necessário para a realização de uma determinada ação).	20	DFM
20º Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	18	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
21º Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	18	DFM e DFA

*continua...*

Quadro 16. Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis

Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis	Pontuação	Ferramentas*
22º Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	17	DFR e DFRR
23º Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	17	DFR e DFRR
24º Projetar embalagem para facilitar o transporte, empilhamento, armazenamento e exposição do produto no ponto de venda.	16	DFM e DFA
25º Permitir ajustes de consumo variável às exigências de função.	15	DFM
26º Projetar estruturas que facilitem a redução do volume após o consumo.	14	DFM e DFD
27º Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	14	DFR e DFRR
28º Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	13	DFA, DFD e DFRR
29º Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	8	DFM
30º Projetar embalagem como parte integrante do produto (ex.: em produtos alimentícios como bombons ou biscoitos, embalagens estruturais internas podem ser comestíveis).	6	DFA, DFD, DFM e DFRR
31º Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	2	DFM

\* Ferramentas DFX que podem ser utilizadas para auxiliar o desenvolvimento das recomendações:  
DFA - Design for Assembly; DFD - Design for Disassembly; DFM - Design for Manufacturing;  
DFR - Design for Recyclability; DFRR - Design for Reuse/Remanufacturing.

Quadro 17. Recomendações de Projeto para Bens de Uso Rápido

Recomendações de Projeto para Bens de Uso Rápido	Pontuação	Ferramentas*
1º Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocias, texturas, etc.).	64	DFM e DFA
2º Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	63	DFM e DFR
3º Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	58	DFM e DFR
4º Evitar e/ou minimizar o uso de materiais adicionais (ex.: colas, rótulos e tintas utilizadas no processo de impressão).	57	DFM e DFA
5º Projetar produtos mais leves e concentrados.	44	DFM e DFA
6º Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	40	DFM e DFA
7º Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	40	DFM e DFA
8º Projetar embalagens econômicas (ex. embalagens tipo 'tamanho família').	27	DFM
9º Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	24	DFM e DFA
10º Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	22	DFR e DFRR
11º Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	21	DFD e DFR
12º Evitar o uso de materiais não biodegradáveis em produtos destinados a reciclagem orgânica e/ou descarte em aterro sanitário.	19	DFR
13º Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	18	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
14º Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	18	DFR e DFRR
15º Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	17	DFM e DFA
16º Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	16	DFR e DFRR
17º Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	15	DFM e DFA
18º Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	14	DFR e DFRR
19º Projetar estruturas que facilitem a redução do volume após o consumo.	13	DFM e DFD
20º Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	13	DFA, DFD e DFRR
21º Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	7	DFM
22º Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto.	4	DFA, DFD, DFM e DFRR
23º Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	3	DFM

\* Ferramentas DFX que podem ser utilizadas para auxiliar o desenvolvimento das recomendações:  
 DFA - Design for Assembly; DFD - Design for Disassembly; DFM - Design for Manufacturing;  
 DFR - Design for Recyclability; DFRR - Design for Reuse/Remanufacturing.

Quadro 18. Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores

Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores		Pontuação	Ferramentas*
1º	Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	55	DFM
2º	Evitar cantos vivos e arestas afiadas.	38	DFM
3º	Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto.	36	DFA, DFD, DFM e DFRR
4º	Projetar partes e/ou componentes padronizados, intercambiáveis e/ou modulares.	35	DFA, DFD, DFM e DFRR
5º	Facilitar o acesso e a remoção de partes e componentes que podem ser reutilizados e/ou remanufaturados.	34	DFA, DFD, DFM e DFRR
6º	Evitar ligações/junções frágeis (aumentar resistência de partes sujeitas a avarias e rupturas).	34	DFM
7º	Sinalizar ou proteger áreas de risco ao usuário.	33	DFM
8º	Projetar partes e/ou componentes para família de produtos.	32	DFA, DFD e DFM
9º	Projetar junto ao produto instruções e/ou instrumentos para a manutenção e montagem.	32	DFA, DFD e DFM
10º	Facilitar o acesso e a remoção de partes que necessitam de manutenção periódica (ex. limpeza, lubrificação, etc.).	31	DFA, DFD e DFM
11º	Projetar produtos prevendo o fornecimento de serviços.	31	DFA, DFD, DFM e DFRR
12º	Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	31	DFM
13º	Projetar para reduzir as operações de manutenção e reparo.	29	DFA, DFD e DFM
14º	Projetar prevendo um segundo uso (reuso).	28	DFA, DFD, DFM e DFRR
15º	Projetar produtos de uso compartilhado e/ou coletivo.	28	DFA, DFD, DFM e DFRR
16º	Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	25	DFM e DFR
17º	Projetar produtos modulares e reconfiguráveis (adaptação a diversos ambientes e tipos de usuário).	25	DFA e DFD
18º	Projetar produtos multifuncionais e/ou com funções integradas.	24	DFA, DFD, DFM e DFRR
19º	Projetar características estéticas atemporais.	22	DFM
20º	Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	21	DFM e DFR
21º	Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	20	DFM e DFA
22º	Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	16	DFM e DFA
23º	Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	15	DFM e DFA
24º	Projetar produtos mais leves e concentrados.	14	DFM e DFA
25º	Minimizar o peso dos produtos móveis.	13	DFM
26º	Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	10	DFM e DFA
27º	Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	8	DFM e DFA

*continua...*

Quadro 18. Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores

Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores		Pontuação	Ferramentas*
28º	Analisar requisitos ergonômicos do público-alvo para garantir uma maior abrangência de usuários.	8	DFM
29º	Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	7	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
30º	Projetar as partes estruturais separáveis das partes de acabamento.	7	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
31º	Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	7	DFA, DFD e DFRR
32º	Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	7	DFD e DFR
33º	Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	7	DFM e DFA
34º	Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	6	DFR e DFRR
35º	Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	6	DFR e DFRR
36º	Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	5	DFR e DFRR
37º	Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	5	DFR e DFRR

\* Ferramentas DFX que podem ser utilizadas para auxiliar o desenvolvimento das recomendações:  
DFA - Design for Assembly; DFD - Design for Disassembly; DFM - Design for Manufacturing;  
DFR - Design for Recyclability; DFRR - Design for Reuse/Remanufacturing.



Quadro 19. Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Consumidores

Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Consumidores	Pontuação	Ferramentas*
1º Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	77	DFM e DFR
2º Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	63	DFM e DFA
3º Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	54	DFM e DFR
4º Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	47	DFM e DFA
5º Projetar produtos mais leves e concentrados.	43	DFM e DFA
6º Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	43	DFM e DFA
7º Minimizar o peso dos produtos móveis.	41	DFM
8º Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	40	DFM e DFA
9º Analisar requisitos ergonômicos do público-alvo para garantir uma maior abrangência de usuários.	35	DFM
10º Permitir ajustes de consumo variável às exigências de função.	32	DFM
11º Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	32	DFM e DFA
12º Facilitar a economia de energia e/ou materiais durante o uso.	31	DFM
13º Incorporar mecanismos programáveis para desligamento automático.	30	DFM
14º Projetar sistemas de consumo passivo de recursos.	30	DFM
15º Usar sistemas de transmissão de energia de alta eficiência.	29	DFM
16º Projetar produtos com fonte energética própria e/ou adaptáveis a fontes energéticas alternativas (ex.: solar, mecânica).	28	DFM
17º Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	24	DFM e DFA
18º Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	21	DFM
19º Evitar cantos vivos e arestas afiadas.	18	DFM
20º Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	17	DFM
21º Evitar ligações/junções frágeis (aumentar resistência de partes sujeitas a avarias e rupturas).	15	DFM
22º Sinalizar ou proteger áreas de risco ao usuário.	15	DFM
23º Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto.	15	DFA, DFD, DFM e DFRR
24º Projetar partes e/ou componentes padronizados, intercambiáveis e/ou modulares.	15	DFA, DFD, DFM e DFRR
25º Projetar produtos prevendo o fornecimento de serviços.	14	DFA, DFD, DFM e DFRR
26º Projetar partes e/ou componentes para família de produtos.	14	DFA, DFD e DFM

*continua...*

Quadro 19. Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Consumidores

Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Consumidores	Pontuação	Ferramentas*
27º Facilitar o acesso e a remoção de partes que necessitam de manutenção periódica (ex. limpeza, lubrificação, etc.).	14	DFA, DFD e DFM
28º Projetar para a atualização de <i>softwares</i> e <i>hardwares</i> .	14	DFRR
29º Projetar junto ao produto instruções e/ou instrumentos para a manutenção e montagem.	14	DFA, DFD e DFM
30º Projetar para reduzir as operações de manutenção e reparo.	14	DFA, DFD e DFM
31º Projetar produtos modulares e reconfiguráveis (adaptação a diversos ambientes e tipos de usuário).	13	DFA e DFD
32º Projetar produtos interativos com outros sistemas digitais (ex.: acesso remoto, internet, <i>bluetooth</i> ).	13	DFA e DFD
33º Projetar prevendo um segundo uso (reuso).	13	DFA, DFD, DFM e DFRR
34º Projetar produtos de uso compartilhado e/ou coletivo.	12	DFA, DFD, DFM e DFRR
35º Projetar características estéticas atemporais.	12	DFM
36º Facilitar o acesso e a remoção de partes e componentes que podem ser reutilizados e/ou remanufaturados.	12	DFA, DFD, DFM e DFRR
37º Projetar produtos multifuncionais e/ou com funções integradas.	11	DFA, DFD, DFM e DFRR
38º Prover sistemas de diagnóstico e/ou autodiagnóstico (de partes físicas e/ou digitais) para manutenção e reparo.	11	DFA, DFD e DFM
39º Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	8	DFD e DFR
40º Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	8	DFA, DFD e DFRR
41º Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	7	DFR e DFRR
42º Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	7	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
43º Projetar as partes estruturais separáveis das partes de acabamento.	7	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
44º Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	7	DFR e DFRR
45º Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	5	DFR e DFRR
46º Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	5	DFR e DFRR

\* Ferramentas DFX que podem ser utilizadas para auxiliar o desenvolvimento das recomendações:  
DFA - Design for Assembly; DFD - Design for Disassembly; DFM - Design for Manufacturing;  
DFR - Design for Recyclability; DFRR - Design for Reuse/Remanufacturing.

### 6.4.2 Etapa 4: Detalhamento Técnico

O Detalhamento Técnico do Projeto é onde a ideia gerada para o produto conceitual é transformado em especificações técnicas do produto e seus processos. Nesta etapa, a partir das informações dos documentos de *Feedback* das Etapas 1, 2 e 3 são desenvolvidas todas as especificações necessárias para o encaminhamento do projeto do produto à produção. A Figura 22 apresenta as atividades que devem ser executadas durante essa etapa.

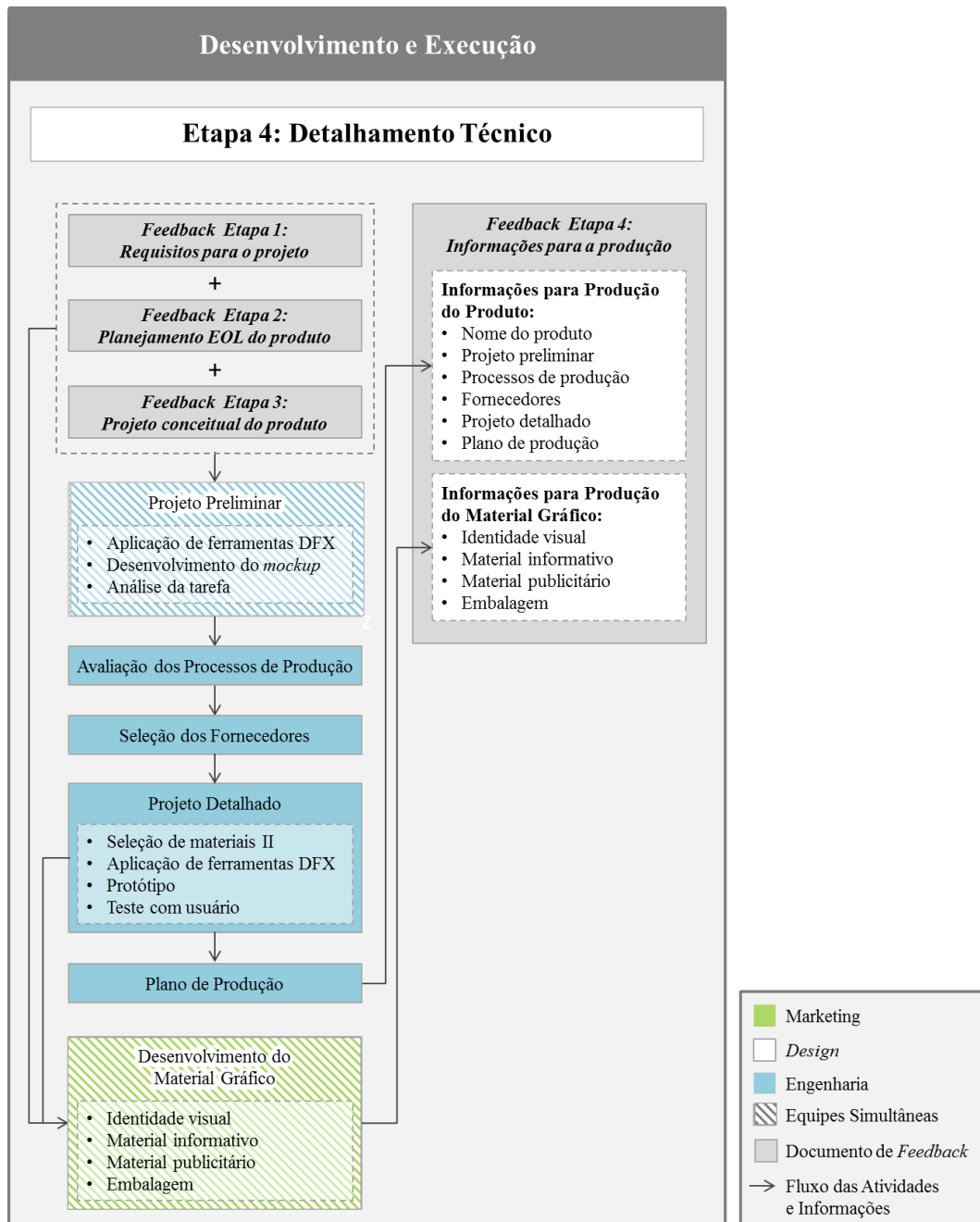


Figura 22. 3ª Fase: Desenvolvimento e Execução – Etapa 4: Detalhamento Técnico.

### 6.4.2.1 Projeto Preliminar

O Projeto Preliminar é a primeira fase de detalhamento do projeto do produto. Nesta etapa as características técnicas e funcionais devem ser desenvolvidas cuidadosamente para que um modelo de testes possa ser produzido e examinado (PEREIRA, 2014). Nesta atividade devem ser verificadas as metas já estipuladas para o projeto, registradas nos documentos de *Feedback* das Etapas 1, 2 e 3. Entre elas, algumas merecem uma atenção especial devido ao seu forte relacionamento com essa atividade, como: as *Ações estratégicas*, as *Normas e patentes*, o *Storyboard do produto* e o *Storyboard do ciclo de vida* registradas no documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o projeto*; todas as estratégias definidas no documento *Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do Produto*, e as *Recomendações de Projeto* e o *Produto Conceitual* definidos no documento *Feedback Etapa 3: Projeto conceitual do produto*.

Neste modelo, a atividade de Projeto Preliminar inclui ainda o desenvolvimento de outras três atividades complementares ao processo, são elas:

#### **a. Aplicação de ferramentas DFX**

As ferramentas DFX deve ser utilizadas para auxiliar o processo de desenvolvimento técnico do produto, sobretudo para orientar questões referentes à produção, montagem, desmontagem, separação de componentes e partes, ou ainda processos de manutenção e serviços anteriormente determinadas para o projeto.

#### **b. Desenvolvimento do mockup e análise da tarefa**

O desenvolvimento do *mockup*<sup>9</sup> tem como objetivo a realização das primeiras avaliações do produto, como a análise tridimensional de suas formas e testes de análise da tarefa. Essas

---

<sup>9</sup> De acordo com Munari (2008) a utilização de modelos no projeto de produtos tem como finalidade fazer uma demonstração prática do projeto em desenvolvimento, e muitas vezes, pode ser mais eficaz que o próprio desenho para transmitir uma ideia. No projeto de produtos, modelo ou *mockup* (em inglês), refere-se a uma representação do produto ou parte do produto, tanto de forma computacional (ex. modelo em CAD) quanto na forma da representação física da aparência visual do produto. Os *mockups* podem ser feitos em escalas reduzidas ou ampliadas, podem conter matérias variados que não correspondem à realidade do produto e, geralmente, se destinam ao estudo formal dos objetos e não contém mecanismos funcionais.

análises buscam explorar as interações existentes entre o produto e seus usuários através da observação de que como as pessoas usam os produtos, sua compreensão sobre a interface homem-produto, as relações ergonômicas, etc., a fim de identificar falhas e antecipar as correções do projeto antes que grandes investimentos de produção sejam realizados (MUNARI, 2008; BAXTER, 2011). Neste modelo, o *mockup* desenvolvido deve aproximar-se de um protótipo, no entanto, o seu nível de detalhamento pode variar entre as categorias de produtos, podendo ser desde um *mockup* totalmente funcional (ex. cadeira) até um *mockup* não funcional (ex. secador de cabelos). Como o objetivo é avaliar a utilização do produto é importante que os pontos onde haja a interação usuário-produto sejam incluídos na realização de seu teste, como por exemplo os sistemas que exijam montagem, desmontagem e/ou encaixe de peças/partes, dispositivos de abertura e fechamento, sistemas de interface mecânica e digital, entre outros.

Nesta atividade o produto preliminar deve ser testado até que todas as correções julgadas necessárias sejam realizadas. Somente após a definição final destes aspectos que o projeto do produto deve ser encaminhado para as próximas atividades da etapa. Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 4: Informações para a produção* as seguintes informações:

- Projeto preliminar.

#### **6.4.2.2 Avaliação dos Processos de Produção**

A avaliação dos processos de produção é uma atividade direcionada a identificação e análise dos processos de produção que estejam disponíveis dentro da capacidade técnica da empresa e/ou de seus fornecedores. Essa avaliação é especialmente importante porque entre as etapas que compõem o ciclo de vida do produto, o processo de fabricação é um dos que mais consome recursos e gera resíduos e emissões, principal fator que afeta o resultado do desempenho ambiental das empresas (GUTOWSKI, 2004). Sendo assim, o objetivo é identificar processos que apresentem melhores desempenhos em relação à sustentabilidade, através da economia de recursos e energia, menor geração de resíduos e refugos, ou ainda, que possam ser associados a algum benefício social, como a utilização de fornecedores e mão de obra local. Nesta atividade é importante identificar todas as possibilidades possíveis, para

que posteriormente elas sejam comparadas e as melhores alternativas sejam adotadas. Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 4: Informações para a produção* as seguintes informações:

- Processos de produção.

#### **6.4.2.3 Seleção dos Fornecedores**

A estratégia para a seleção de fornecedores varia conforme a estratégia global da empresa, a qual pode possuir uma rede de fornecedores já estabelecida ou buscar novos fornecedores de acordo com suas necessidades. Conhecer as possibilidades de fornecedores disponíveis é importante para definir os materiais e processos que poderão ser utilizados no produto em desenvolvimento.

A cadeia de suprimentos pode ser responsável por até um quarto dos custos totais de fabricação de um produto, o que também a torna susceptível na contribuição dos custos ambientais. Tradicionalmente, o objetivo principal das abordagens de gestão da cadeia de suprimentos é cumprir as demandas dos clientes através do uso eficiente dos recursos, incluindo a capacidade de distribuição, estoque e mão de obra. No contexto da sustentabilidade, existe também a necessidade de encurtar as distâncias entre as empresas e seus fornecedores, inclusive priorizando o uso de fornecedores locais (RAMANI *et al.*, 2010), que possibilitam tanto o desenvolvimento social da região entorno da empresa, quanto diminuem os custos e emissões derivados do transporte. Além disso, a seleção dos fornecedores também deve incluir uma avaliação da empresa fornecedora como um todo, incluindo as atividades realizadas em seus processos, produtos, mão de obra, entre outras. Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 4: Informações para a produção* as seguintes informações:

- Fornecedores.

#### **6.4.2.4 Projeto Detalhado**

O projeto detalhado é responsável por fornecer a descrição e a especificação técnica completa do produto para que ele possa ser produzido. Nesta atividade, a partir das descrições

iniciais fornecidas pelo projeto preliminar, são especificadas as dimensões, tolerâncias, os materiais, os processos de fabricação e montagem, os componentes e todos os detalhes técnicos importantes para que o produto possa encaminhado à manufatura (PEREIRA, 2014). Neste modelo, a atividade de Projeto Detalhado inclui ainda o desenvolvimento de outras três atividades complementares ao processo, são elas:

#### ***a. Aplicação de ferramentas DFX***

Nesta atividade a aplicação das ferramentas DFX são principalmente relacionadas aos processos de manufatura e montagem, e o uso das abordagens DFM, DFA e DFD são especialmente bem vindas.

#### ***b. Seleção de materiais II***

A partir das informações da Seleção de materiais I, que apresenta uma análise prévia dos possíveis materiais a serem utilizados no projeto, é necessário definir quais serão os materiais utilizados na produção de cada uma das partes que compõem o produto. Esta definição deve considerar os fornecedores em potencial identificados anteriormente e as metas já estipuladas para o projeto, principalmente aquelas descritas no documento '*Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do Produto*'. Os materiais selecionados devem ainda ser testados no protótipo, e só após a análise desse teste devem ser finalmente definidos.

#### ***c. Desenvolvimento do protótipo***

Um importante processo dentro dessa atividade é o desenvolvimento do protótipo para o teste com os usuários. O protótipo, normalmente, apresenta características funcionais e é utilizado para testes de materiais, detalhes estruturais e testes do produto com os usuários antes que o projeto inicie suas atividades de produção. Eles são construídos em escala real (1:1) com os mesmo materiais do produto final e possuem todos os mecanismos funcionais, inclusive para realização de testes de funcionamento (BAXTER, 2011). O desenvolvimento do protótipo é importante tanto do ponto de vista da produção, pois permite uma avaliação minuciosa do projeto, quanto do ponto de vista de marketing, pois permite ainda uma avaliação final do 'futuro' produto pelos consumidores (MUNARI, 2008).

Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 4: Informações para a produção* as seguintes informações:

- Projeto detalhado.

#### 6.4.2.5 Plano de Produção

A atividade de planejar a produção corresponde à definição das etapas para realizar a produção e montagem do produto final. Para a realização desta atividade é necessário que as especificações completas do produto já tenham sido definidas ao longo do seu processo de desenvolvimento, especialmente as atividades que fornecem o detalhamento técnico do projeto. Dois níveis de planejamento podem ser realizados nesse processo: o planejamento macro e o detalhamento das operações (ROZENFELD *et al.*, 2006). O plano macro é composto pela sequência de operações, especificações de máquinas e equipamentos que serão utilizados e o tempo que será utilizado pelo controle da produção para programar a fabricação de componentes e/ou a montagem dos sistemas. E o detalhamento das operações produz as informações para os postos de trabalho para que essas mantenham um padrão de repetitividade e qualidade. Segundo os autores não há padrões para desenvolver o plano macro e o detalhamento das atividades, cada empresa desenvolve um tipo de documento de acordo com suas necessidades. Normalmente, a especificação do processo de produção é definida por uma equipe particular que deve manter uma comunicação direta com a equipe de projeto.

Neste modelo, considera-se para o Plano de Produção apenas a sequência de operações necessárias para a montagem do produto desenvolvido. Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 4: Informações para a produção* as seguintes informações:

- Plano de produção.

#### 6.4.2.6 Desenvolvimento do Material Gráfico

O Desenvolvimento do Material Gráfico engloba o desenvolvimento da identidade visual do produto e a produção dos subprodutos, como a embalagem, panfletos, pontos de venda, etc. Os materiais gráficos são desenvolvidos pela equipe de *design* gráfico, entretanto, é necessário que essa equipe esteja bem informada sobre o conceito da imagem do produto que se deseja transmitir. Para isso é fundamental que as equipes de marketing e *design*



trabalhem simultaneamente, uma vez que foi o marketing que investigou o perfil do consumidor-alvo.

Neste modelo, esta atividade refere-se ao desenvolvimento dos materiais gráficos definidos no *Planejamento das Ações de Marketing* apresentado no documento *Feedback* Etapa 3. A elaboração desses materiais deve ser baseado nas informações contidas nos documentos de *Feedback* das Etapas 1 e 2, e deve contemplar o desenvolvimento das seguintes subatividades:

#### ***a. Identidade visual***

A identidade visual é o conjunto de elementos gráficos que representam visualmente a personalidade de um nome, ideia, produto, empresa, instituição ou serviço (STRUNCK, 2001). Esse conjunto de elementos costuma ter como base o logotipo, um símbolo visual formado sobre uma paleta de cores, tipografias, grafismos, personagens, *slogan* e outros componentes que reforçam o conceito a ser comunicado através da imagem. A identidade visual é restrita a criação da marca gráfica e suas produções visuais, como papelaria, embalagem, frota, uniforme, entre outros (CAMEIRA, 2013). No entanto, em alguns casos, a construção da identidade visual pode se fundir a identidade da marca, a qual envolve atributos tangíveis e intangíveis, desde a percepção estética da marca até os seus valores éticos.

Como este modelo refere-se ao desenvolvimento de produtos, a criação da sua identidade visual deve estar alinhada as estratégias da empresa para o produto. Essas estratégias podem ser globais, mas também podem ser estratégias específicas para uma linha de produtos, por exemplo. De qualquer forma, a identidade visual criada para um produto deve corresponder ao perfil do mercado pretendido e de seu consumidor-alvo. Essas informações devem ser verificadas no documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto*.

#### ***b. Material informativo***

Os materiais informativos são aqueles utilizados para informar aos consumidores questões importantes sobre os produtos, ex. manual de instruções, informativos sobre assistência técnica, termos de garantia, informativo sobre descarte, etc. O desenvolvimento desses materiais não é obrigatório e varia conforme as necessidades dos produtos, podendo ser: materiais impressos que acompanham o produto, etiquetas ou informações fixadas diretamente sobre o produto, informações disponibilizadas diretamente sobre as embalagens, informações divulgadas em meios eletrônicos, e outros. O desenvolvimento do material

informativo deve reproduzir a identidade visual criada para o produto para manter a sua unidade visual.

### **c. Material publicitário**

O material publicitário tem como objetivo a divulgação do produto, e engloba os materiais gráficos que serão utilizados na sua campanha publicitária, como folders, impressos, materiais para meio digital, *display*, totem, etc. Esses materiais também devem reproduzir a identidade visual criada para o produto e seu desenvolvimento pode ser feito tanto internamente nas empresas, por uma equipe de *design* gráfico, quanto por empresas de publicidade terceirizadas. Assim como os produtos e as embalagens, esses materiais possuem um ciclo de vida e de produção próprio que também devem ser observados com atenção, podendo inclusive ser desenvolvido através da utilização deste modelo.

### **d. Embalagem**

A embalagem é responsável por manter a integridade, a segurança e a qualidade dos produtos desde o momento que eles saem das fábricas. Isso envolve processos de transporte (entre fabricantes, e entre fabricantes e o varejo), de armazenamento e de exposição do produto no ponto de venda até que ele chegue ao seu consumidor final. As embalagens podem ser classificadas em três categorias (ABRE, 2017):

- *Embalagem Primária*: está em contato direto com o produto, ex. blister, cartucho, cartonada (papel cartão + polietileno de baixa densidade + alumínio), mista (dois ou mais materiais), multicamadas (alumínio + papel, papel + papelão), laminada (filme plástico metalizado + adesivo + filme plástico), flexível (saco, *stand-up-pouches*, etc.), lata de alumínio, lata de aço, entre outras.
- *Embalagem Secundária*: designada para conter uma ou mais embalagens primárias, podendo não ser indicada para o transporte, ex. os mesmos das embalagens primárias.
- *Embalagem Terciária*: agrupa diversas embalagens primárias ou secundárias para o transporte, ex. caixa de papelão, caixa de madeira, containers, filmes encolhíveis (*shrink*) para envoltórios ou para unitização, filmes esticáveis (*stretch*) para envoltório ou para amarração de carga na paletização, sacos de rafia, entre outros.

Assim como todos os produtos, as embalagens possuem um ciclo de vida e um ciclo de produção próprio, o que torna o seu desenvolvimento tão complexo quanto o próprio desenvolvimento dos produtos. No contexto de produção sustentável as embalagens estão

entre os principais responsáveis pelos impactos provocados pelos produtos, pois acompanham os produtos de todas as categorias. Além disso, na grande maioria dos casos, elas são produzidas a partir de materiais que tem uma vida útil muito maior do que o necessário para a sua utilização.

Neste modelo recomenda-se que o projeto das embalagens seja desenvolvido paralelamente ao projeto do produto e adote as seguintes recomendações de projeto:

- *Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis* para embalagens descartáveis (utilizada para lacrar / vedar os produtos) ou embalagens de uso rápido (utilizada para armazenar os produtos até o final de seu consumo).
- *Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores* para embalagens reutilizáveis (utilizada para o mesmo fim para a qual foi concebida e projetada) ou embalagens reaproveitáveis (reutilizadas pelo consumidor para outros fins).

Como o projeto da embalagem é vinculado a um produto já desenvolvido, as informações contidas nas *Especificações do Projeto* definidas para o produto no documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* devem ser mantidas também para a sua embalagem. Já o restante das atividades do modelo, responsáveis pela formulação das outras informações, devem ser novamente realizadas para o desenvolvimento da embalagem. Neste caso, é importante verificar completamente o projeto do produto e de sua embalagem para garantir que ambas as metas estejam alinhadas, e que as considerações para as embalagens já estabelecidas no projeto do produto sejam atendidas. Assim como os outros materiais gráficos, as embalagens também devem reproduzir a identidade visual criada para o produto.

Os dados gerados nesta atividade devem incluir ao documento *Feedback Etapa 4: Informações para a produção* as seguintes informações:

- Identidade visual;
- Material informativo;
- Material publicitário;
- Embalagem.

#### **6.4.2.7 Feedback Etapa 4: Informações para a produção**

O documento deve apresentar as especificações técnicas do produto para seu encaminhamento a produção. Deve conter os desenhos técnicos e todas as informações sobre,

materiais, processos, entre outras, que tenham sido definidas para o projeto. O Quadro 20 apresenta os resultados das atividades desta etapa.

Quadro 20. Documento Feedback Etapa 4: Informações para a produção

<b>Feedback Etapa 4: Informações para a Produção</b>	
<b>Informações para Produção do Produto</b>	
<b>4.1 Nome do Produto</b>	Apresente o nome comercial desenvolvido para o produto.
<b>4.2 Projeto Preliminar</b>	Apresente o Projeto Preliminar testado e aprovado ao longo da execução da atividade. Descreva todos os detalhes definidos relevantes para a produção posterior do Projeto Detalhado, incluindo imagens do <i>mockup</i> desenvolvido, seus desenhos, informações importantes referentes a análise da tarefa, e outros dados que julgar necessário. Lembre-se de verificar as metas já estipuladas para o projeto, registradas nos documentos de Feedback das Etapas 1, 2 e 3, em especial as <i>'Ações Estratégicas'</i> , as <i>'Normas e Patentes'</i> , o <i>'Storyboard do Produto'</i> , o <i>'Storyboard do Ciclo de Vida'</i> , todas as estratégias definidas no documento <i>'Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do Produto'</i> , as <i>'Recomendações de Projeto'</i> e o <i>'Produto Conceitual'</i> .
<b>4.3 Processos de Produção</b>	Defina os processos necessários para a produção das partes e componentes do produto em desenvolvimento, de acordo com a capacidade técnica da empresa e/ou de seus fornecedores. Lembre-se ao analisar os processos disponíveis, de avaliar o seus desempenhos em relação as questões sustentáveis, como o uso de recursos e/ou energia, a geração de resíduos e refugos, o emprego de fornecedores e mão de obra local, etc.
<b>4.4 Fornecedores</b>	Defina os fornecedores em potencial para todas as etapas de produção do produto. Isso deve incluir fornecedores de matérias-primas, peças, partes, componentes, sistemas mecânicos e digitais, etc. conforme as necessidades da empresa e do projeto. Lembre-se que a seleção de fornecedores envolve muitos fatores relacionados com a gestão da cadeia de suprimentos, administrada pelas áreas superiores das empresas. No entanto, dentro desse limite, para garantir melhores desempenhos de sustentabilidade deve-se priorizar a utilização de fornecedores locais e/ou próximos, incluindo ainda uma avaliação geral sobre as atividades realizadas nos processos, produtos, mão-de-obra, etc. da empresa fornecedora.

*continua...*

Quadro 20. Documento Feedback Etapa 4: Informações para a produção

### *Feedback Etapa 4: Informações para a Produção*

#### **4.5 Projeto Detalhado**

Apresente o Projeto Detalhado testado e aprovado para a produção do produto. Descreva a especificação técnica completa do projeto, ex. dimensões, tolerâncias, materiais, processos de fabricação e montagem, os componentes e todos os detalhes técnicos importantes para que o produto possa encaminhado à manufatura. Lembre-se que esta atividade é a última a ser executada antes do produto adquirir sua forma física. Dessa forma, verifique se o produto atende à todas as metas estipuladas ao longo do projeto. Esta verificação final permitirá que possíveis correções sejam realizadas com custos reduzidos e garantirá a atendimento das orientações sustentáveis desejadas.

#### **4.6 Plano de Produção**

Defina os procedimentos necessárias para a montagem do produto desenvolvido. Lembre-se de descrever ou ilustrar detalhes importantes do processo.

### **Informações para Produção do Material Gráfico**

#### **4.7 Identidade Visual**

Verifique as informações do documento '*Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto*' e desenvolva o conjunto de elementos gráficos que representam visualmente a personalidade do produto. Esses elementos devem incluir o logotipo, a paleta de cores, tipografias, grafismos, personagens, slogan e outros componentes que reforçam o conceito a ser comunicado através da imagem. Anexe a este documento a descrição detalhada e as imagens de todos os elementos criados para a identidade visual desenvolvida, e mantenha os arquivos digitais editáveis para a produção posterior dos outros materiais gráficos.

Lembre-se que a identidade visual criada para o produto deve corresponder ao perfil do mercado pretendido e de seu consumidor-alvo, assim como deve estar alinhada as estratégias da empresa, podendo ser tanto globais quanto específicas para uma linha de produtos. Em alguns casos, a construção da identidade visual pode se fundir a identidade da marca, a qual envolve atributos tangíveis e intangíveis, desde a percepção estética da marca até os seus valores éticos.

#### **4.8 Material Informativo**

Desenvolva os materiais informativos necessários para o produto desenvolvido, ex. manual de instruções, informativos sobre assistência técnica, termos de garantia, informativo sobre descarte, etc. Anexe a este documento as imagens e a descrição detalhada de todos os materiais informativos desenvolvidos, incluindo materiais, processos de produção e potenciais fornecedores, e mantenha os arquivos digitais editáveis para a posterior produção.

Lembre-se que o desenvolvimento desses materiais não é obrigatório e varia conforme as necessidades dos produtos, podendo ser: materiais impressos que acompanham o produto, etiquetas ou informações fixadas diretamente sobre o produto, informações disponibilizadas diretamente sobre as embalagens, informações divulgadas em meios eletrônicos, e outros. O desenvolvimento do material informativo deve reproduzir a identidade visual criada para o produto para manter a sua unidade visual.

*continua...*

Quadro 20. Documento Feedback Etapa 4: Informações para a produção

### *Feedback Etapa 4: Informações para a Produção*

#### **4.9 Material Publicitário**

Desenvolva os materiais publicitários necessários para a divulgação do produto, ex. folders, impressos, materiais para meio digital, *display*, totem, etc. Anexe a este documento as imagens e a descrição detalhada de todos os elementos desenvolvidos, incluindo materiais, processos de produção e potenciais fornecedores, e mantenha os arquivos digitais editáveis para a posterior produção.

Lembre-se que assim como os produtos e as embalagens, esses materiais possuem um ciclo de vida e de produção próprio que também devem ser observados com atenção, podendo inclusive ser desenvolvido através da utilização deste modelo. Todos os materiais publicitários desenvolvidos devem reproduzir a identidade visual criada para o produto. Seu desenvolvimento pode ser realizado tanto internamente nas empresas, pela equipe de *design* gráfico, quanto por empresas de publicidade terceirizadas.

#### **4.10 Embalagem**

Defina quais as embalagens serão necessárias para o produto desenvolvido:

- (a) **Embalagem Primária:** está em contato direto com o produto, ex. blister, cartucho, cartonada (papel cartão + polietileno de baixa densidade + alumínio), mista (dois ou mais materiais), multicamadas (alumínio + papel, papel + papelão), laminada (filme plástico metalizado + adesivo + filme plástico), flexível (saco, *stand-up-pouches*, etc.), lata de alumínio, lata de aço, entre outras.
- (b) **Embalagem Secundária:** designada para conter uma ou mais embalagens primárias, podendo não ser indicada para o transporte, ex. os mesmos das embalagens primárias.
- (c) **Embalagem Terciária:** agrupa diversas embalagens primárias ou secundárias para o transporte, ex. caixa de papelão, caixa de madeira, containers, filmes encolhíveis (*shrink*) para envoltórios ou para unitização, filmes esticáveis (*stretch*) para envoltório ou para amarração de carga na paletização, sacos de rafia, entre outros.

Neste modelo recomenda-se que o projeto das embalagens seja desenvolvido paralelamente ao projeto do produto e adote as seguintes recomendações de projeto:

- (a) **'Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis'** para embalagens descartáveis (utilizada para lacrar / vedar os produtos) ou embalagens de uso rápido (utilizada para armazenar os produtos até o final de seu consumo).
- (b) **'Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores'** para embalagens reutilizáveis (utilizada para o mesmo fim para a qual foi concebida e projetada) ou embalagens reaproveitáveis (reutilizadas pelo consumidor para outros fins).

Como o projeto da embalagem é vinculado a um produto já desenvolvido, as informações contidas nas *'Especificações do Projeto'* definidas para o produto no documento *'Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto'* devem ser mantidas também para a sua embalagem. Já o restante das atividades do modelo, responsáveis pela formulação das outras informações, devem ser novamente realizadas para o desenvolvimento da embalagem.

*continua...*

Quadro 20. Documento Feedback Etapa 4: Informações para a produção

***Feedback Etapa 4: Informações para a Produção***

Lembre-se de verificar completamente o projeto do produto e de sua embalagem para garantir que ambas as metas estejam alinhadas, e que as considerações para as embalagens já estabelecidas no projeto do produto sejam atendidas. Anexe a este documento as imagens e a descrição detalhada de todos os elementos que compõem a embalagem, incluindo materiais, processos de produção e potenciais fornecedores, e mantenha os arquivos digitais editáveis para a posterior produção. Quando necessário, realize também o plano de produção para a montagem da embalagem. Assim como os outros materiais gráficos, as embalagens também devem reproduzir a identidade visual criada para o produto.





## 7 AVALIAÇÃO DO MODELO

Este capítulo apresenta os procedimentos executados para avaliar o modelo de referência Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade, os quais incluem: o experimento realizado com o grupo de Especialistas I, os resultados obtidos a partir desse experimento, e a avaliação do modelo propostos pelos grupos de Especialistas I e II.

### 7.1 EXPERIMENTO: ESTUDO DE CASO

O experimento realizado teve como finalidade analisar o desempenho e a utilização do modelo Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade. A estratégia de pesquisa adotada para o experimento foi o estudo de caso, uma vez que este permite o pesquisador utilizar diferentes fontes de evidências para coletar dados e, posteriormente, avaliar as particularidades encontradas (YIN, 2010).

O experimento foi realizado no meio acadêmico com alunos da disciplina *Gestão de Inovação no Processo de Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis (2017/1)* do curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS) da PUCPR com o objetivo de identificar os pontos críticos do processo a fim de promover possíveis mudanças para sua melhoria. Os participantes do experimento, considerados o Grupo de Especialistas I, são alunos de programas de mestrado e doutorado, possuem formação acadêmica em diferentes áreas, na sua maioria relacionadas a alguma especificidade que engloba do desenvolvimento de produtos, e cerca de 45% do grupo possuem experiência profissional relacionada ao desenvolvimento de produtos. No Apêndice B é apresentado o perfil do Grupo de Especialistas I.

#### 7.1.1 Aplicação do Experimento

Os participantes do experimento foram apresentados ao modelo em uma aula expositiva, na qual foi exibido o processo de desenvolvimento utilizado para a criação do modelo Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade e também uma aplicação de sua utilização

em um projeto de produto. Complementarmente, os participantes receberam um material escrito contendo todas as etapas e atividades que compõem o modelo (referente ao Capítulo 6 desta tese), bem como uma cópia *on-line* dos materiais digitais apresentados em aula. Cabe ressaltar que, os participantes da disciplina onde foi realizado o experimento foram apresentados aos conceitos básicos abordados pelo modelo, como discussões sobre projeto de produtos, modelos de PDIP e sustentabilidade nos projetos, anteriormente a realização do experimento. O Quadro 21 apresenta um resumo das atividades desenvolvidas ao longo do experimento e o Quadro 22 apresenta a relação das equipes e seus integrantes.

Quadro 21. Descrição das atividades realizadas no Experimento I

Atividades	Descrição	Duração
<b>Apresentação do modelo</b>	Descrição geral sobre o modelo de referência ‘Processo de <i>Design</i> orientado à Sustentabilidade’ (suas fases, etapas e atividades) e apresentação de um exemplo de utilização do modelo para o desenvolvimento de um projeto de tênis para caminhada.	Aula 1 (2 horas)
<b>Definição das equipes de projeto</b>	Formação de equipes mistas, compostas por alunos de diferentes áreas e experiências com desenvolvimento de produtos. As equipes foram formadas pela pesquisadora e o professor tutor da disciplina para garantir que todas tivessem pelo menos um <i>designer</i> , engenheiro de produção ou participante com experiência em desenvolvimento de produtos (essas informações foram previamente adquiridas com os alunos). No total foram formadas oito equipes de projeto com uma média de quatro alunos cada.	Aula 1 (0,5 horas)
<b>Apresentação do exercício</b>	Apresentação dos ‘ <i>Briefings</i> de Projeto’ para a utilização do modelo. Todas as equipes foram expostas a dois <i>briefings</i> de projeto que deveriam ser desenvolvidos a partir da utilização do modelo. Os <i>briefings</i> propostos apresentavam as características iniciais do projeto, como a descrição do projeto, perfil do público-alvo, faixa de preço e necessidades e desejos identificados, para que todas as equipes desenvolvessem produtos da mesma categoria e com o mesmo nível de complexidade. O Apêndice C apresenta os dois <i>briefings</i> de projeto fornecidos para as equipes do experimento.	Aula 1 (0,5 horas)
<b>Aplicação do modelo (exercício)</b>	As equipes do experimento deveriam desenvolver dois projetos paralelos para filtro de água, o <i>Briefing</i> I que não poderia utilizar energia e o <i>Briefing</i> II que poderia fazer uso de energia. Os projetos deveriam englobar todo o conjunto dos filtros: base, recipiente para armazenar água, elementos filtrantes e suas respectivas embalagens.	Aulas 1 e 2 (5 horas)
<b>Acompanhamento da aplicação do modelo</b>	Ao longo do processo de utilização do modelo as equipes de projeto foram orientadas pela pesquisadora sobre o desenvolvimento das atividades e todas as outras dúvidas apresentadas pelos alunos. Além das reuniões presenciais para o esclarecimento das dúvidas também foi utilizada a internet como canal de comunicação para a troca de mensagens entre a pesquisadora e as equipes.	Aulas 1 e 2, e atendimento <i>on-line</i> . (21 dias)

*continua...*

Quadro 21. Descrição das atividades realizadas no Experimento I

Atividades	Descrição	Duração
<b>Avaliação do modelo</b>	Após o desenvolvimento dos projetos todos os alunos foram convidados a participar individualmente da avaliação do modelo. Essa avaliação foi apresentada por meio de um questionário <i>on-line</i> disponibilizado através de um <i>link</i> enviado via <i>e-mail</i> (veja Apêndice D).	7 dias (após a entrega do exercício)

Quadro 22. Relação das equipes formadas e seus integrantes\*

Equipes	Participantes (P)
<b>1</b>	1, 2 e 3
<b>2</b>	4, 5, 6 e 7
<b>3</b>	8, 9, 10, 11 e 12
<b>4</b>	13, 14, 15 e 16
<b>5</b>	17, 18 e 19
<b>6</b>	20, 21, 22 e 23
<b>7</b>	24, 25, 26, 27 e 28
<b>8</b>	29

\* Para as análises apresentadas na sequência deste estudo foram considerados como ‘Participantes’ apenas os integrantes das equipes que responderam o questionário de avaliação do modelo.

### 7.1.2 Resultados do Experimento (aplicação do modelo)

Os projetos foram executados pelas equipes segundo a prescrição do modelo Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade tendo como ponto de partida os *Briefings* de Projeto propostos pela pesquisadora. Ao final da atividade as oito equipes de projeto desenvolveram um total de 16 produtos. As Figuras 23 à 28 ilustram alguns dos resultados obtidos ao longo do desenvolvimento das atividades do modelo no Experimento.

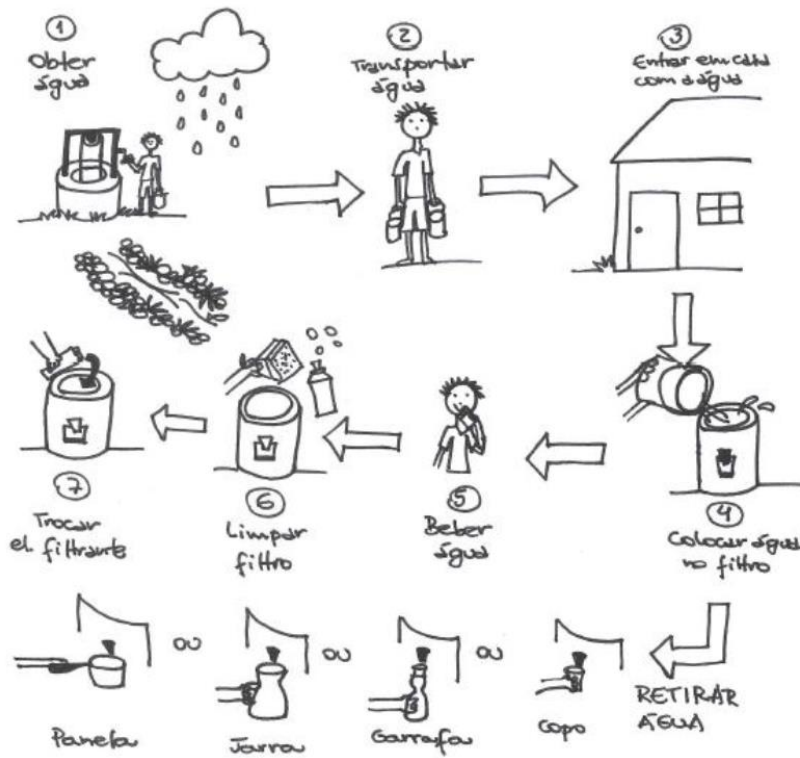


Figura 23. *Storyboard* do produto: estudo para desenvolvimento do filtro de água (*Briefing* de Projeto I).  
 Fonte: Equipe 3.

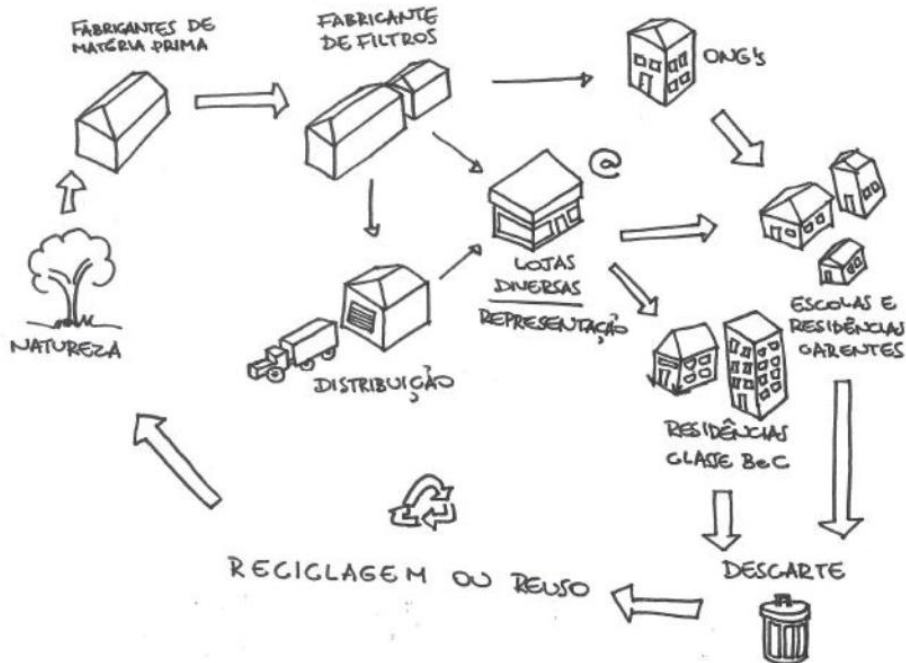


Figura 24. *Storyboard* do ciclo de vida do produto: estudo para desenvolvimento do filtro de água (*Briefing* de Projeto I). Fonte: Equipe 3.

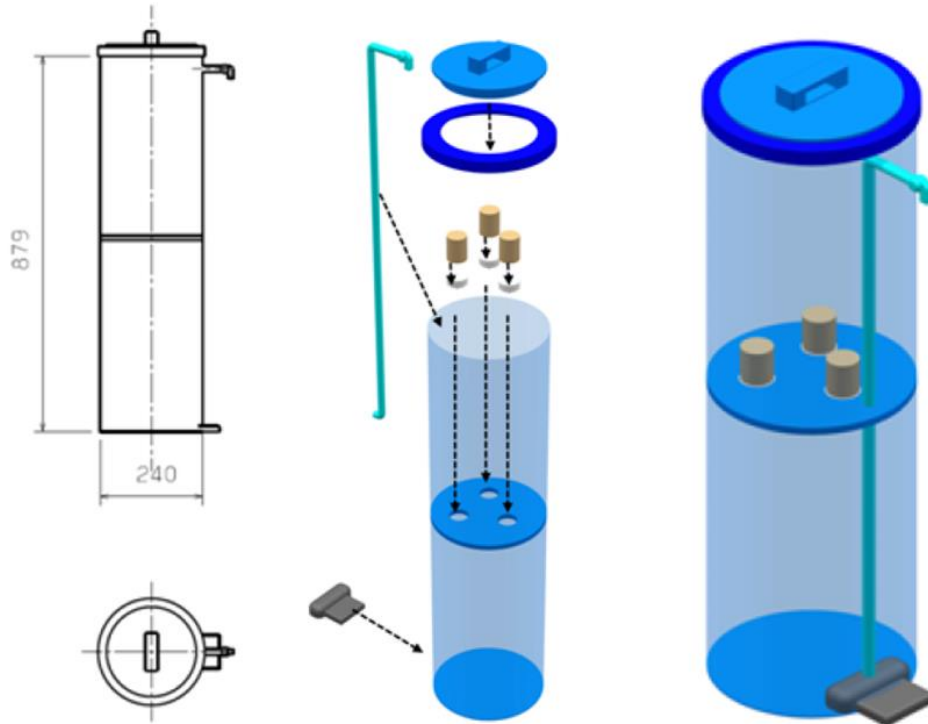


Figura 25. Detalhes do projeto do filtro de água ‘Meu filtro, minha vida’ (*Briefing* de Projeto I). Fonte: Equipe 3.

De acordo com as considerações apresentadas pela Equipe 3 o projeto do filtro ‘Meu filtro, minha vida’ (Figura 25) buscou atender a população de baixa renda, com famílias grandes que possuem dificuldade no acesso de água potável. Com sistema de 3 filtros de carvão ativado que proporcionam maior velocidade de filtragem, este filtro possui a capacidade de armazenar até 40 litros de água e foi projetado para atender as demandas ergonômicas considerando desde crianças até idosos. Com diâmetro de 24cm e altura de 90cm o produto não precisa de base, e seu *design* permite sua acomodação de maneira facilitada em residências com espaços reduzidos. Além da eliminação da necessidade de uma base do produto, uma outra inovação desse projeto foi o sistema de bombeamento de água através de um pedal localizado na base do filtro. Um conceito minimalista foi adotado com o intuito de se atingir o objetivo de baixo custo e baixo impacto ambiental, no sentido que simplifica e diminui as etapas do processo produtivo e facilita a manutenção. No entanto preconizou-se a utilização de material plástico resistente para que se intensifique a utilização do produto e dessa maneira o produto possua baixo impacto ambiental. O seu bocal relativamente grande foi projetado para que este filtro possa ser reabastecido por baldes ou recipientes grandes nas regiões rurais onde possa não haver água corrente disponível.

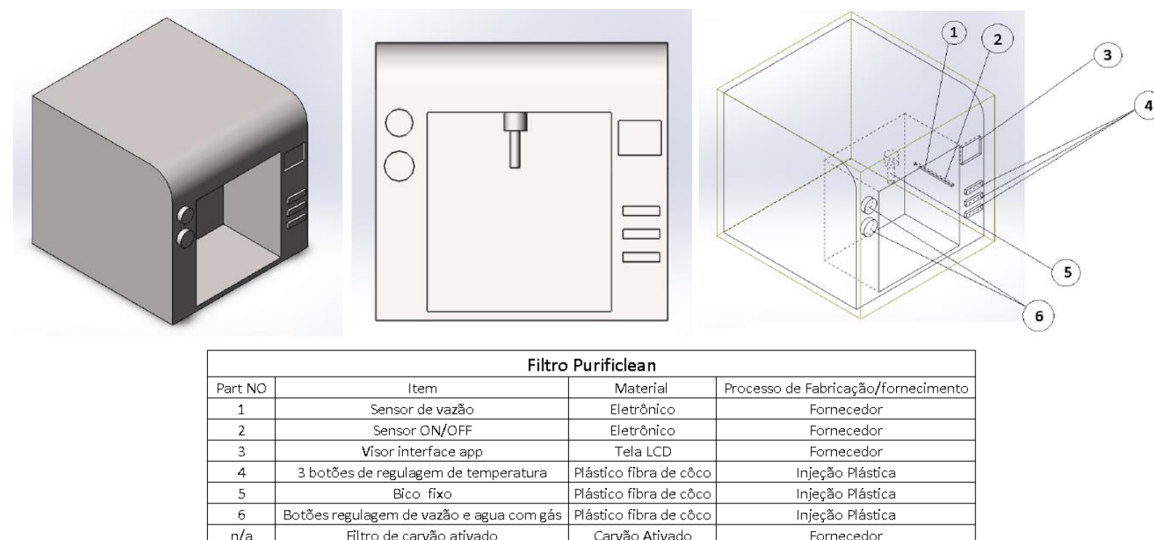


Figura 26. Detalhes do projeto para purificador de água 'Purifcleaner' (*Briefing* de Projeto II). Fonte: Equipe 3.

De acordo com as considerações apresentadas pela Equipe 3 o Projeto 'Purifcleaner' (Figura 26) buscou atender as necessidades e desejos de consumidores de classe média alta, com um alto nível de escolaridade e que já possuem disponibilidade de água potável distribuída pelo sistema público de distribuição de água. Este produto possui um *design* moderno e robusto com capacidade para fornecer mais de dois litros de água instantaneamente por dia. Como inovação no sentido da sustentabilidade foram projetados dois sensores no produto, o primeiro é um sensor ON/OFF que regula o ligamento e desligamento do produto através da avaliação da disponibilidade de água gelada ou a partir de uma configuração escolhida pelo cliente, nesse sentido também pode ser programável para ser ligado e desligado de forma remota por aplicativo celular e/ou programável para os horários que os clientes estiverem na residência. Dessa forma, preconizando-se a eficiência energética do produto, abordou-se a sustentabilidade sob os aspectos das dimensões econômica e ambiental.

O segundo sensor de vazão, que calcula a quantidade de água filtrada, serve para avisar o usuário quando deverá ocorrer a próxima troca de filtro, que pensando na saúde dos usuários abordando também a dimensão social da sustentabilidade. De forma complementar há uma interface do aparelho com um aplicativo de celular que auxilia na gestão de energia e também no controle de consumo de água dos usuários do produto, sendo essa uma inovação substancial nesse segmento de purificadores. Por fim, ressalta-se que o material principal adotado foi o plástico de fibra de coco, além de abordar a sustentabilidade de forma direta essa definição será importante para direcionar o marketing desse purificador para o público-alvo, que são consumidores bem informados e com poder econômico relativamente alto.

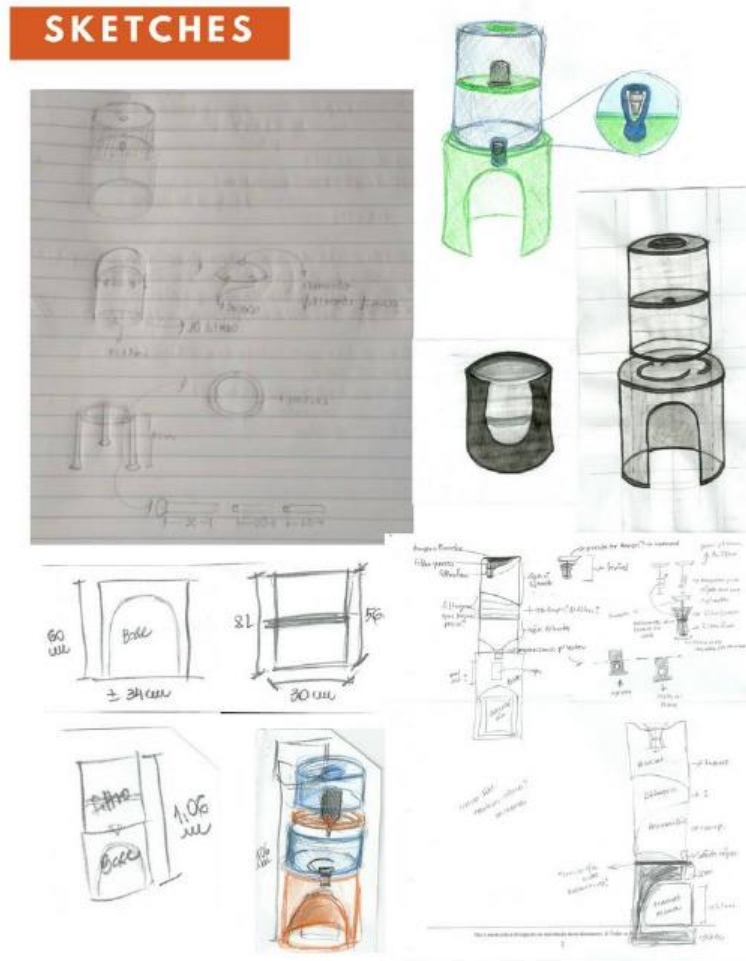


Figura 27. Estudos e esboços do projeto para filtro de água ‘Cristalino’ (Briefing de Projeto I). Fonte: Equipe 7.

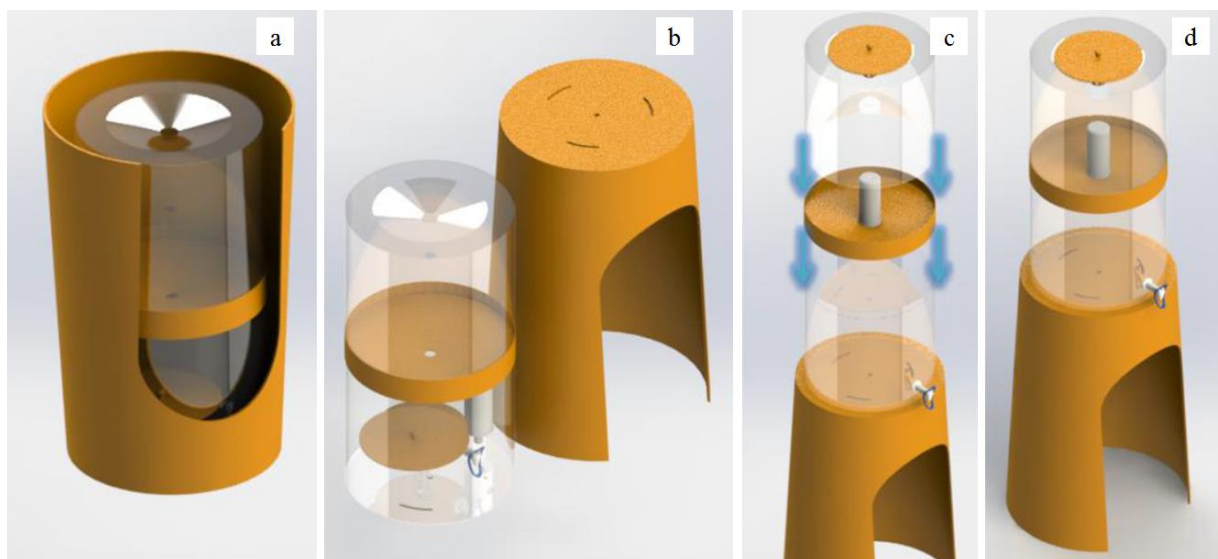


Figura 28. Sequência de montagem do filtro de água ‘Cristalino’: (a) disposição do produto dentro da embalagem, (b) reservatórios, peças e base / suporte, (c) sequência para encaixe das peças, (d) produto montado pronto para o uso (Briefing de Projeto I). Fonte: Equipe 7.

De acordo com as considerações apresentadas pela Equipe 7 o filtro de água ‘Cristalino’ buscou atender as necessidades e desejos latentes dos usuários, proporcionando um produto com elevado índice de qualidade, fácil manutenção e limpeza, de *design* agradável, multiuso e compacto para transporte. Seu *design* foi projetado considerando os aspectos ergonômicos que atendam as necessidades das famílias, facilitando a limpeza e manutenção do produto, além de permitir a visualização da água que se encontra no reservatório com capacidade de armazenamento de até 8 litros. Ao utilizar um *design* que garante a sua estabilidade (diminuindo risco de quebra por eventuais acidentes domésticos) o usuário ainda pode escolher com maior liberdade o local da casa onde o filtro será colocado, uma vez que o mesmo ainda pode ser utilizado sem a base de apoio. O projeto considera a produção do produto em três opções de cores.

Como estratégias EOL o projeto visa minimizar os custos (econômicos e ambientais) através da otimização das estratégias para extensão da vida útil do produto, onde a embalagem definida para o projeto é o próprio suporte utilizado como base do filtro. Devido a utilização de materiais plásticos de alta durabilidade, esse suporte, quando não utilizado como base para instalação do produto, pode servir de mesa de apoio ou banquinho devido a sua elevada resistência. Após o final da vida útil tanto o base/suporte quanto os reservatórios podem ser reciclados, e seu filtro, composto de cerâmica e carvão ativado podem ser descartados em aterros sanitários, ou ainda sofrer algum reprocessamento para entrar como carga em um novo composto material.

### 7.1.3 Avaliação do Experimento

Após o término do experimento, os participantes foram convidados a avaliar o modelo a partir da sua própria experiência de utilização. Os participantes responderam individualmente a um questionário contendo 19 perguntas objetivas (com espaços para comentários) sobre particularidades do modelo, como: quão abrangentes são as atividades propostas para o PDIP, o desempenho das atividades em relação às questões sustentáveis, apresentação gráfica do modelo, clareza das atividades, importância das atividades propostas, nível de dificuldade para realização da atividade, entre outras. O questionário também incluiu duas questões discursivas referentes à sua experiência de utilização do modelo e 17 perguntas sobre o perfil



do participante (avaliador). O Apêndice D apresenta o questionário completo disponibilizado para os participantes.

**a. Observação Direta Extensiva (questionário)**

Foram encaminhados 33 questionários e obtidas 29 respostas, que corresponde a uma taxa de retorno das respostas de 87,9%. As respostas obtidas foram verificadas por meio de análise de agrupamento de observações e o cálculo da média das avaliações (veja detalhes no Apêndice E), e posteriormente, confrontadas com os comentários dos participantes adquiridos através do questionário de avaliação do modelo e com as observações registradas pela pesquisadora ao longo do desenvolvimento do experimento. A Figura 29 apresenta o dendrograma gerado pelo método de agrupamento hierárquico Ward e referente às questões Q11 a Q28 do questionário de avaliação do modelo.

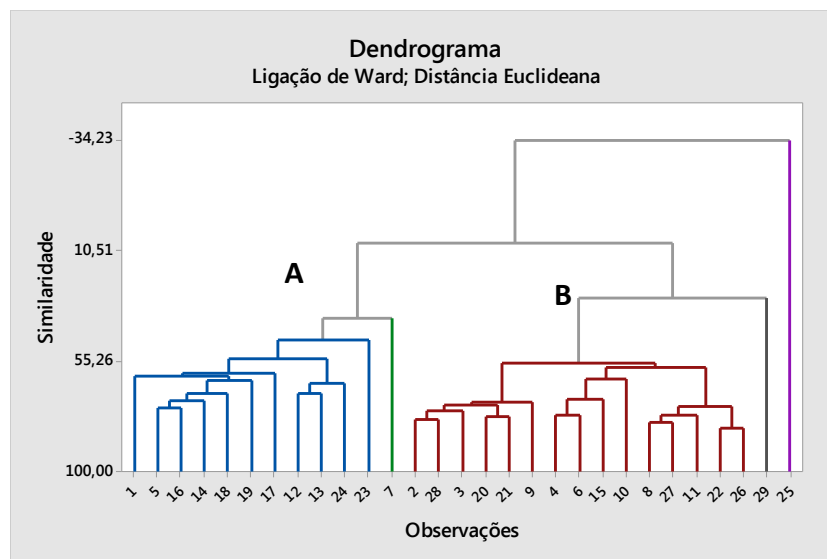


Figura 29. Agrupamento de observações dos ‘Participantes’ referente às questões Q11 a Q28 do questionário de avaliação do modelo.

Os resultados apresentados na Figura 29 demonstram claramente dois agrupamentos principais (A e B) e três participantes que não formaram grupos (P7, P25 e P29). Primeiramente, a análise dos resultados demonstra que a formação acadêmica e a experiência com desenvolvimento de produtos relatada pelos participantes não foi um fator determinante para a compreensão geral do modelo. Outro ponto observado é que existem poucas ligações diretas entre os participantes das mesmas equipes de projeto formuladas para experimento (por exemplo, P20 e P21, e P4 e P6), o que demonstra que embora discussões tenham

ocorrido ao longo da atividade proposta, a avaliação do modelo foi baseada na percepção individual de cada participante. No caso particular do participante P25 o seu distanciamento dos outros agrupamentos deve-se ao grande número de respostas ‘Não sabe / Não opina’, que pode ser justificado pela sua pouca experiência acadêmica e prática com desenvolvimento de produtos.

De forma geral, os participantes do experimento avaliaram que o modelo abrange quase totalmente as principais atividades necessárias ao PDIP (Q11). Entre os comentários recebidos não é possível identificar um ponto crítico entre as atividades propostas. Percebe-se um direcionamento dos participantes em sugerir algumas considerações referentes a sua área de atuação, por exemplo, para alguns engenheiros de produção as sugestões estão relacionadas aos processos de produção e o uso de ferramentas de avaliação, já o participante P20, que possui o maior tempo experiência de trabalho com desenvolvimento de produtos, a sugestão é “considerar os demais membros multidisciplinares que participam do processo de desenvolvimento, como os *inputs* das áreas de qualidade, vendas, assistência técnica e logística”. Outras sugestões ainda citam ampliar as atividades relacionadas a marketing, incluir atividades relacionadas ao desenvolvimento de serviços, e especificar quais técnicas devem ser utilizadas para o desenvolvimento das atividades propostas. Entre os participantes que consideraram que o modelo abrange totalmente as principais atividades necessárias ao PDIP houveram poucos comentários. O P22, que trabalha na área de adequação de produtos para exportação, considerou que “o modelo é adequado ao que se propõe, como o foco é sustentabilidade, minha visão é que atende aos requisitos. Assuntos relacionados à marketing, produção, embora faça parte do desenvolvimento de produtos, não precisam ser focos da atividade, uma vez que essa não é finalidade do método”. Para o P27 “o modelo envolve todas as etapas para o desenvolvimento de produto, desde a pesquisa de mercado para verificar pontos importantes a serem explorados pelo produto com a finalidade de atender aos clientes, a realização do *benchmarking* com a finalidade de melhorar ainda mais o produto a ser desenvolvido e também a preocupação com o fim de vida do produto, com a finalidade de facilitar o reaproveitamento de peças ou possuir um local adequado para o descarte deste produto”.

O desempenho das atividades em relação a sustentabilidade (Q12) obteve uma avaliação média boa. Os participantes consideraram que “o modelo utiliza sempre uma orientação à sustentabilidade e faz com que a equipe desenvolvedora do produto busque os requisitos sustentáveis durante a concepção do produto (P21)” o que “dá a possibilidade de agregar

questos de sustentabilidade às funções do produto e ainda agregar valor percebido pelo cliente (P20)”.

A utilização do modelo em empresas (Q13) foi considerado muito aplicável, embora alguns participantes citem que poderiam enfrentar problemas referente a cultura e a estrutura das organizações, como o tamanho e a multidisciplinaridade das equipes disponíveis (P6, P13, P20, P24). Especialmente para área de desenvolvimento de produtos, os participantes P1, P8, P14 e P17 acreditam que o modelo poderia servir como um guia para orientar as equipes de projeto a implementar estratégias e diretrizes sustentáveis. P17 ainda acrescenta que “deve ser considerado a curva de aprendizagem, que leva determinado tempo, no começo pode ser oneroso porque é um modelo que exige um certo *background*”. Já a utilização do modelo no ensino (Q14) foi considerada quase em 100% das respostas como apropriada, uma vez que “estimula a visão de sustentabilidade no desenvolvimento de novos produtos” (P7), “aborda um tema importante na formação de novos profissionais” e “abrange vários conceitos e conteúdos que por vezes são ofertados separadamente em disciplinas. Portanto, é uma forma didática de conectar os conteúdos, facilitando o aprendizado do aluno” (P18).

A apresentação gráfica (Q15) e a identificação dos responsáveis pelo desenvolvimento das atividades (Q16) no modelo receberam uma avaliação média considerada boa, no entanto alguns participantes citaram que a interação entre os responsáveis poderia ser mais clara.

Com relação a compreensão textual, tanto a clareza das atividades propostas (Q17) quanto a descrição dos resultados (Q18) obtiveram uma avaliação média considerada boa. Para alguns participantes (P8, P9 e P24) a apresentação do exemplo de utilização do modelo, realizada pela pesquisadora na primeira aula, foi extremamente importante para a compreensão do modelo. Referente a Q17, P9 ainda sugeriu que “as folhas de *feedback* poderiam incluir todas as etapas para que não precise de anexos, inclusive a parte de geração de ideias e um *template* da matriz, como se fosse um *checklist* completo do modelo. Tivemos que ir e voltar entre as folhas de feedback e o texto explicativo para ver se não tinha uma parte faltante”. Já em relação a Q18 os participantes P8 e P9 citam que tiveram dificuldade em identificar qual o nível de detalhamento das respostas para o preenchimento dos documentos de *feedback*.

Em relação à abrangência do uso do modelo para a utilização em diferentes abordagens de projeto de produtos (Q19), 72% dos participantes consideraram que o modelo se aplica à *Redesign*, 36% à PSS (*Product Service-System*), 72% à *Design* Universal (produtos inclusivos) e 60% à *Design* Centrado no Usuário. O participante P22 ainda considerou que o modelo aplica-se a logística reversa.

Analisando minuciosamente as questões investigadas, percebe-se uma maior divergência das similaridades nos agrupamentos em relação ao nível de dificuldade enfrentada para a execução das atividades propostas no modelo (Figura 30).

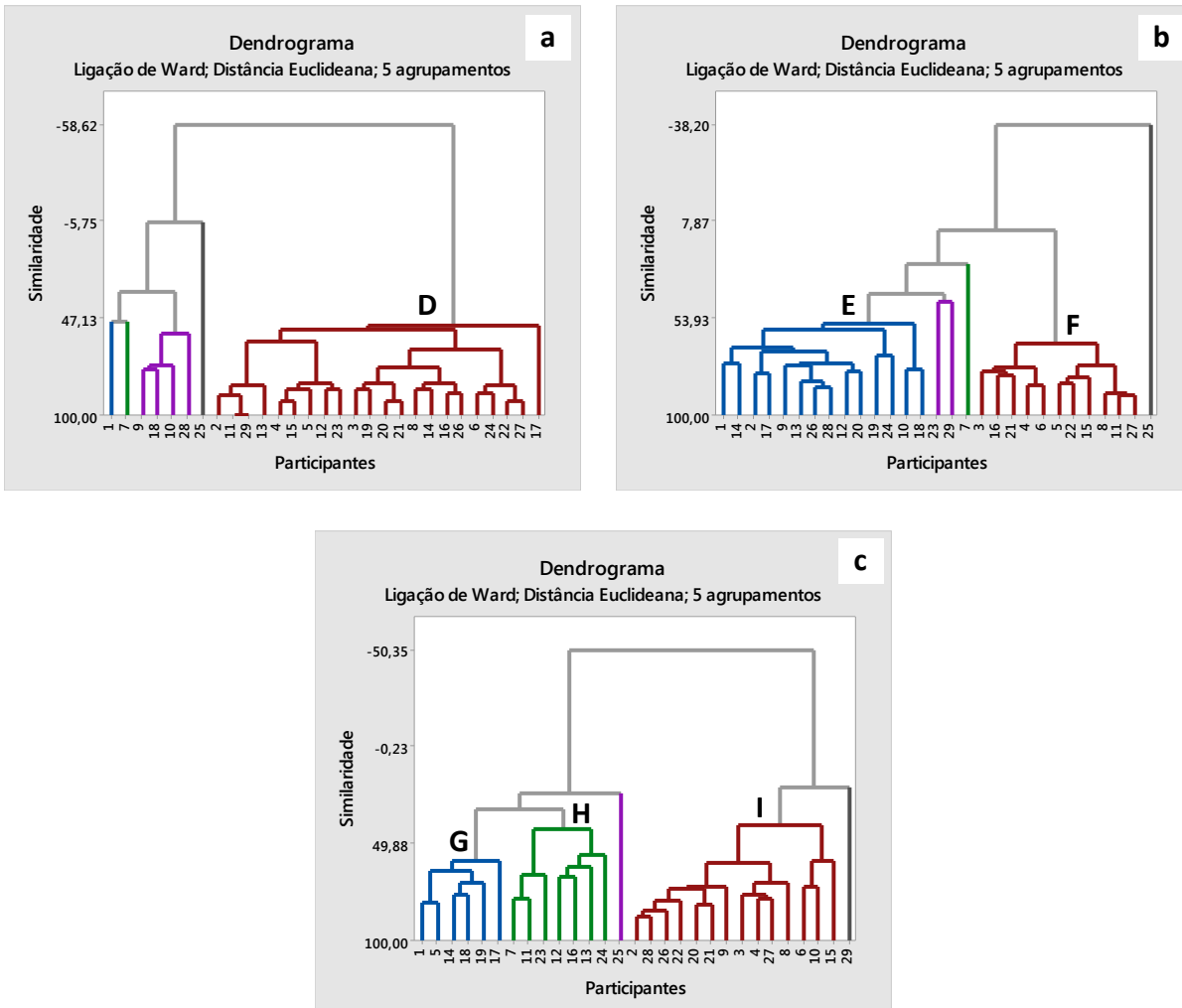


Figura 30. Agrupamento de observações dos ‘Participantes’ referente às questões: (a) 11 a 18 que abordam os aspectos gerais de conteúdo e apresentação do modelo, (b) 20 a 24 que abordam a importância das atividades propostas no modelo, e (c) 25 a 29 que abordam as dificuldades enfrentadas para a execução das atividades propostas no modelo.

Como mostra a Figura 30a 76% dos participantes (agrupamento D) mantiveram uma similaridade significativa das respostas em relação aos aspectos gerais de conteúdo e apresentação do modelo. Quanto a importância das atividades propostas 48% dos participantes (agrupamento E) consideram predominantemente como ‘muito importante’ e 38% dos participantes (agrupamento F) consideram predominantemente como ‘extremamente importante’ (Figura 30b). Já em relação as questões que abordam as dificuldades enfrentadas para a execução das atividades propostas no modelo não houve um consenso geral das

respostas, e percebe-se a formação de três agrupamentos distintos (Figura 30c). O agrupamento G foi o que afirmou ter mais dificuldade para a execução das atividades, enquanto o agrupamento I foi o que afirmou ter menos dificuldade. Um dos fatores que podem ter influenciado esse resultado foi a comunicação dos alunos com a pesquisadora, uma vez que os grande parte dos participantes que compõem o agrupamento I (equipe 3: P8, P9 e P10, equipe 6: P20, P21 e P22, e equipe 7: P26, P27 e P28) demonstraram muito entusiasmo na realização do exercício proposto no experimento, e diversas vezes questionaram a pesquisadora sobre os procedimentos necessários para a realização das atividades propostas no modelo, apresentando ao final do experimento o desenvolvimento das melhores soluções para o produto em estudo.

Ainda em relação as dificuldade para a execução das atividades, a análise dos resultados aponta as menores médias obtidas para as atividades de *Avaliação de novas tecnologias*, *Avaliação dos processos de produção*, *Seleção dos fornecedores*, *Projeto Detalhado* e *Protótipo*. Segundo os comentários de alguns participantes o desenvolvimento dessas atividades técnicas relacionadas a produção exigem um conhecimento prático mais profundo, sendo assim, sua realização como exercício em um contexto acadêmico não aborda completamente a realidade de uma empresa.

### ***b. Observação Direta Intensiva***

A observação participativa da pesquisadora ao longo do desenvolvimento do experimento permitiu o registro das seguintes considerações:

- A descrição de algumas atividades dos documentos de *feedback* não esclareceu totalmente aos participantes o que era necessário realizar durante as atividades. Muitas equipes solicitaram a pesquisadora uma explicação extra.
- Muitas dúvidas apontadas pelos participantes durante o procedimento do experimento e estavam esclarecidas no documento textual (referente ao conteúdo do Capítulo 6) apresentado juntamente com a atividade proposta.
- Os participantes manifestaram o desejo de ter mais informações sobre as ferramentas a serem utilizadas nas atividades, ou seja, uma declaração explícita de como executar as atividades.

A partir dessas considerações é possível perceber que os participantes atentaram-se mais aos documentos de *feedback* e não leram com a devida atenção todas as explicações apresentadas sobre as atividades. Essa análise revelou que os documentos de *feedback* deveriam oferecer mais informações sobre a realização das atividades para agilizar a

utilização do modelo, e conseqüentemente, o processo de desenvolvimento dos produtos. Dessa forma, constatou-se que o principal ponto a ser melhorado na versão do modelo proposto no experimento era a qualidade das informações disponibilizadas nos documentos de *feedback*.

Baseado nos resultados obtidos a partir da avaliação do modelo pelo grupo de Especialistas I e na observação participativa da pesquisadora ao longo do experimento foram realizadas as correções consideradas necessárias para aprimorar o processo de utilização do modelo em proposição. As principais modificações efetuadas foram em relação a intensificação das explicações referentes as atividades nos documentos de *feedback*.

As orientações sobre *Identificação da Categoria do Produto, Prioridade das Estratégias DFE, Ações Estratégicas, Recomendações de Projeto* e da *Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito*, foram totalmente adicionadas aos documentos de *feedback*, de modo que os usuários não precisam consultar os textos adicionais do modelo para a realização de tais atividades. Outras atividades como a *Estratégia de Distribuição, Storyboard do Produto*, as atividades da *Etapa 2: Planejamento EOL do Produto*, e as atividades referentes ao desenvolvimento do material gráfico também foram complementadas. Dessa forma, a descrição de como executar as atividades foi ampliada e uma postura imperativa da linguagem foi adotada, resultando em uma descrição das atividades com formato instrutivo mais dinâmico, como um guia de referência.

## 7.2 AVALIAÇÃO DO GRUPO DE ESPECIALISTAS II

O grupo de Especialistas II é formado por um conjunto de profissionais considerados especialistas em desenvolvimento de produtos. Eles foram identificados a partir do corpo docente dos programas referentes a área de *Design* da PUC-PR, UFPR e UFSC. Os especialistas foram escolhidos com base nas informações disponibilizadas nos *sites* das instituições e nos currículos lattes, que deveriam indicar a sua atuação na área referente ao estudo, o que totalizou 33 especialistas selecionados. Esses foram contatados através dos *e-mails* disponibilizados nos *sites* das instituições, no entanto foi estabelecido a comunicação com apenas 26 especialistas (7 especialistas não atenderam ao contato inicial).

O grupo de Especialistas II, formado por 26 integrantes, foi convidado a participar individualmente da avaliação do modelo Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade. O

objetivo dessa avaliação foi apresentar o modelo em proposição para um grupo de profissionais peritos no assunto, de forma que esses pudessem contribuir para o aprimoramento do modelo. Para tal, foi encaminhado através de *e-mail* o convite para a participação na pesquisa, o qual continha um *link* para acesso à apresentação do modelo e para o questionário de avaliação (veja Apêndice F), e outro *link* para acesso às informações complementares do modelo (referentes ao Capítulo 6 desta tese).

Assim como no questionário submetido ao grupo de Especialistas I, os Especialistas II responderam a 17 perguntas objetivas (com espaços para comentários) sobre particularidades do modelo, como: a abrangência das atividades propostas, o desempenho das atividades em relação às questões sustentáveis, a apresentação gráfica do modelo, a clareza das atividades, a importância das atividades propostas, o nível de dificuldade para realização da atividade, entre outras. O questionário também incluiu duas questões discursivas referentes à percepção do avaliador em relação aos pontos positivos e aos pontos que poderiam sofrer melhorias no modelo, e mais 9 perguntas referentes ao seu perfil. Após um período de 30 dias foram recebidas 11 respostas das avaliações, correspondentes a uma taxa de retorno de 42,3%. O Apêndice G apresenta o perfil dos Especialistas II que participaram da pesquisa e Apêndice H as respostas registrados nessa avaliação.

De forma geral, os Especialistas II avaliaram o modelo positivamente e não apontaram pontos críticos ou a necessidade de mudanças muito significativas. Todas as atividades propostas obtiveram uma avaliação superior a pontuação quatro (4), a qual indica que a atividade foi considerada muito importante para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade. Esse resultado também é confirmado pela avaliação da abrangência do conteúdo apresentado no modelo, que obteve uma pontuação igual a 4,82, ou seja, 96,4% das respostas consideraram que o modelo abrange totalmente as principais atividades necessárias para o processo de desenvolvimento de produtos. Este foi um dos pontos do modelo citados como positivo pelo Especialista E7.

Quanto à sustentabilidade, o desempenho das atividades propostas foi avaliado pelos especialistas como bom. O Especialista E4 afirma que um dos principais pontos positivos do modelo é o seu foco no EOL, pois a proposta é de “fácil aplicabilidade em produtos que causam grandes impactos ambientais no seu EOL. Ela organiza diferentes aspectos ambientais e as possibilidade de intervenção ainda na fase de projeto nas suas diferentes etapas”. O Especialista E2 acrescenta que o modelo apresenta uma “versatilidade na aplicação para uma diversidade de produtos”.

A utilização do modelo para o ensino em sala de aula foi considerada em 100% das avaliações como apropriada. O Especialista E2 afirma que isso se deve ao fato do modelo “dar espaço para reflexão e discussão”. Já em relação a utilização do modelo em empresas, embora o resultado da avaliação indique como muito aplicável, os Especialistas E1, E2 e E7 consideraram o modelo muito extenso. O E2 argumenta que a utilização de um modelo dessa natureza “exige um compromisso da política e cultura da empresa”. Já os E1 e E7 aconselharam reduzir o texto e buscar uma comunicação mais gráfica, este último ponto também comentado pelo E2. O Especialista E1 ainda sugeriu “o desenvolvimento de versões mais simplificadas do modelo, orientadas para categorias ou segmentos de produtos, ou por nível de complexidade do produto”.

A média das avaliações em relação a estrutura de apresentação do modelo e a compreensão textual foi boa. O Especialista E2 considerou que a proposta apresentada “define com clareza a extensão e o limite de cada atividade durante o processo de criação do desenvolvimento de produtos”. O E2 ainda comenta que o modelo utiliza uma linguagem acessível e de rápida compreensão, que se aproxima da linguagem da área de *design*. O Especialista E5 acrescenta que o modelo possui um passo a passo claro e que “a identificação da categoria de produto auxilia em diversas outras etapas”.

Em relação à abrangência do uso do modelo para a utilização em diferentes abordagens de projeto de produtos (Q9), 45% dos participantes consideraram que o modelo se aplica à *Redesign*, 54% à PSS (*Product Service-System*), 90% à *Design Universal* (produtos inclusivos) e 90% à *Design Centrado no Usuário*.

Como pontos a serem melhorados o Especialista E2 comentou que se “a proposta visa atender e comunicar a diversidade de público e atribuições, minha sugestão é de passar para um infográfico com interface para todos os públicos”. Já o Especialista E5 sugeriu que “mais etapas de avaliação do produto com requisitos determinados e com necessidades dos usuários” sejam acrescentadas nas atividades iniciais do processo, inclusive com a indicação de técnicas a serem seguidas.

Quanto a avaliação da dificuldade para a realização das atividades propostas a avaliação média dos Especialistas II indicou uma dificuldade moderada. Algumas das atividades que obtiveram as menores pontuações, próximas de 2,5 (dificuldade entre moderado e difícil), são justamente as atividades propostas que menos são encontradas em outros modelos, como: a *Identificação da Categoria do Produto*, a *Análise do Contexto do Produto*, a *Avaliação das Novas Tecnologias*, a *Avaliação da Sustentabilidade*, e a *Seleção dos Materiais* e o uso das *Ferramentas DFX* na fase de Detalhamento Técnico do projeto.



Diante dos resultados obtidos a partir dessa avaliação considerou-se como não necessária as modificações sugeridas pelos avaliadores, uma vez que todas as avaliações sobre as características gerais do modelo e sobre a importância das atividades propostas obtiveram nota superior a 4, ou seja, mais de 80% de aprovação.

### 7.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS

As avaliações realizadas pelos grupos de Especialistas I e II em conjunto com as observações registradas durante o experimento possibilitaram uma série de reflexões sobre o modelo proposto.

Em ambas as avaliações os especialistas consideraram as atividades propostas como muito importantes para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade, e que o modelo abrange as principais atividades consideradas necessárias no PDIP. No entanto, quando se trata da utilização do modelo em empresas, os especialistas concordaram que esta pode apresentar uma certa resistência, tanto por questões culturais e organizacionais (P6, P13, P20, P24), quanto pela própria extensão do modelo, considerado muito longo por alguns especialistas (E1, E2 e E7). Neste ponto, cabe ressaltar, que o modelo apresentado tem como um dos seus propósitos ser um modelo de referência, o que implica que ele pode ser adaptado conforme as necessidades de quem o utiliza. Ou seja, as atividades propostas, assim como a indicação dos responsáveis por executá-las, devem ser ajustadas a capacidade organizacional da empresa e ao projeto de produto que ela pretende executar. Por exemplo, para uma empresa que desenvolve louças cerâmicas (pratos, xícaras, etc.) é muito provável que a análise do contexto do produto e do seu ciclo de vida apresente os mesmos resultados para um mesmo público-alvo, dessa forma, os resultados dessas atividades poderiam ser utilizados em vários projetos, o que reduziria o tempo criação e desenvolvimento. O mesmo também é válido para o projeto das embalagens desses produtos, que podem ser desenvolvidas de forma a atenderem uma grande variedade de opções de produtos, sofrendo apenas modificações gráficas externas.

Um dos pontos sugeridos pelo Especialista E1 é referente a formulação do modelo em versões mais simplificadas ou orientadas à categorias, segmentos ou nível de complexidade dos produtos. Este aspecto, de certa forma, já é atendido pelo modelo, uma vez que ele possibilita sua adaptação por categoria de produtos (classificadas em quatro grupos distintos).

Assim, se uma empresa trabalha apenas com uma categoria de produtos (ex. embalagens plásticas, ou móveis, ou eletroeletrônicos, etc.) pode adaptar as suas atividades apenas para essa categoria, excluindo do processo a identificação da categoria do produto, e selecionando as estratégias DFE e as recomendações de projeto apenas para a categoria trabalhada.

Outro ponto citado pelo especialista P17, é que a utilização do modelo exige um certo *background*, que deve considerar a curva de aprendizagem, a qual leva algum tempo para ser criada e estabelecida. Por outro lado, os especialistas P1, P8, P14 e P17 afirmam que a utilização do modelo nas empresas traz para o processo uma série de orientações para que as equipes de projeto implementem estratégias e diretrizes sustentáveis. Esta característica ressaltada pelos especialistas em conjunto com a aprovação da utilização do modelo no ensino em praticamente 100% das avaliações, apontam para mais um de seus propósitos, contribuir para a evolução do conhecimento. Isto é, incentivar a adoção de práticas direcionadas as questões sustentáveis de forma que elas atuem como uma ferramenta de aprendizagem, principalmente em relação a conscientização sobre os impactos que os produtos podem gerar e como esses impactos podem ser reduzidos através de projetos bem executados. Este aspecto também está alinhado a avaliação positiva do modelo em relação ao desempenho de sustentabilidade das atividades propostas, que segundo os especialistas orientam a equipe de projeto a buscar soluções que agreguem as questões sustentáveis ao produto durante a sua concepção (P21, P20 e E4), resultando inclusive no aumento do valor percebido pelos clientes (P20).

A utilização do modelo em diferentes abordagens de projeto de produtos, de forma geral foi avaliada pelos especialistas como promissora, especialmente para projetos direcionados ao desenvolvimento de produtos inclusivos (*design* universal) e também para as abordagens centradas no usuário. A aplicação do modelo em *redesign* obteve uma maior aprovação pelo grupo de Especialistas I (72%), já a aplicação para PSS (*product-service system*) obteve um resultado menos expressivo, com aprovação de 36% dos Especialistas I e 54% dos Especialistas II. De fato, as atividades propostas no modelo são mais direcionadas as necessidades dos usuários, e incluem vários pontos referentes a interação usuário  $\times$  produto  $\times$  ambiente, que também favorecem os projetos de *redesign*. Já o desenvolvimento de PSS é menos indicado, pois este não é o objetivo principal do modelo, que tem como foco o processo de criação dos produtos, não se atentando as fases posteriores a esse processo. Apesar disso, acredita-se que o modelo é capaz de orientar o processo de criação de produtos com esse propósito, atuando como uma ‘ferramenta’ ou ‘método’ dentro de um processo mais complexo, como o de projeto de PSS.

A avaliação da dificuldade enfrentada para a execução das atividades foi considerada por ambos grupos de especialistas como moderada. Este resultado pode ser decorrente da mesma dificuldade relatada pelos especialistas no caso de utilização do modelo nas empresas. Diferentemente da utilização do modelo para o ensino, que conta com aulas, explicações e exercícios, a utilização do modelo em contextos práticos pode gerar mais dúvidas para seus usuários. Assim como na realização de qualquer outra atividade nova, uma nova proposta de metodologia para o processo de desenvolvimento pode mostrar-se mais complexa num primeiro momento. Por outro lado, a repetição e o aprofundamento do relacionamento com essa situação nova, com o passar do tempo, a tornam mais familiar e corriqueira, e as dificuldades encontradas no início tendem a diminuir.

De forma geral, as avaliações realizadas ao longo do desenvolvimento do modelo permitiram identificar pontos críticos importantes, que foram modificados a partir do *feedback* de especialistas com as mais diversas práticas em desenvolvimento de produtos, desde experiências acadêmicas como professores até o gerenciamento e desenvolvimento de produtos em diferentes setores da indústria. Esse recorte de especialistas, que englobou *designers*, engenheiros de produção, engenheiros mecânicos, entre outros, acabaram incluindo no decorrer da avaliação do modelo várias perspectivas do processo de desenvolvimento de produtos. Essas diferentes visões foram sendo absorvidas e trabalhadas ao longo do desenvolvimento do modelo, de modo que a sua proposta final, dentro das suas limitações, atingisse os seus objetivos o máximo possível.



## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as conclusões finais sobre os resultados alcançados ao longo do desta tese, as reflexões obtidas a partir do desenvolvimento do modelo, a delimitação do estudo e as orientações para os trabalhos futuros.

### 8.1 CONCLUSÕES

Diante da necessidade das empresas de adaptar-se à regulamentações cada vez mais rigorosas das políticas públicas mundiais, e da crescente demanda dos *stakeholders* e do mercado consumidor por produtos que considerem as questões sustentáveis, surgiu a oportunidade para o desenvolvimento de um modelo de referência para o PDIP que oferecesse suporte ao processo de criação e desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade, objetivo principal deste estudo.

Dessa forma, a metodologia adotada para o desenvolvimento desta tese e a bibliografia utilizada para a construção da sua teoria foram direcionadas no sentido de validar a hipótese levantada no início do trabalho e de responder o problema de pesquisa investigado. A hipótese afirmava que *com a inclusão dos requisitos de sustentabilidade nas etapas iniciais de planejamento e geração de ideias é possível aprimorar o processo de criação e desenvolvimento de produtos sustentáveis*. Já a pergunta de pesquisa caracterizava-se por questionar *quais conteúdos e/ou práticas deveriam compor um PDIP para que ele direcionasse a esse processo de criação e desenvolvimento de produtos orientado à sustentabilidade*. Como um meio de investigar a hipótese gerada e responder a pergunta de pesquisa foi estabelecido um conjunto de objetivos específicos a serem investigados, dos quais seguem as seguintes considerações:

*Objetivo específico a – Verificar na literatura as teorias, conceitos e princípios comuns aos modelos de desenvolvimento de produtos com foco em sustentabilidade.*

Após uma extensiva análise da literatura foi possível identificar uma série de características que um modelo de PDIP orientado à sustentabilidade deve apresentar, dentre as quais se destacam:

- A adoção de uma perspectiva integrada do processo como um todo, incluindo as etapas do ciclo de vida do produto, a equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto, e as atividades a serem executadas, particularmente aquelas que afetam os resultados sobre a sustentabilidade do projeto;
- A inclusão antecipada dos aspectos ambientais e do planejamento do EOL do produto;
- A análise de todas as fases do ciclo de vida do produto, especialmente do ponto de vista dos impactos que os produtos podem ocasionar em cada uma delas;
- A abordagem das atividades do processo sob a perspectiva de equipes multifuncionais, no caso do modelo em particular, as equipes de marketing, *design* e engenharia;
- A inclusão de atividades que possibilitem um processo de criação mais livre, baseado na análise da interação usuário  $\times$  produto  $\times$  ambiente, e na identificação das necessidades dessa interação.

*Objetivo específico b – Identificar os pontos críticos e/ou lacunas do processo de criação dos produtos referentes a inserção das questões sustentáveis.*

- Como identificado anteriormente, a análise da interação usuário  $\times$  produto  $\times$  ambiente é fundamental para um projeto de produto que visa ser sustentável. O aspecto mais importante dessa análise é que ela possibilita que o projetista avalie o relacionamento do produto com o seu usuário no seu ambiente de uso, o que contribui para a definição de requisitos de projeto específicos para esse contexto, inclusive no que se refere ao seu planejamento EOL. Assim, essa análise foi inserida no modelo na fase de planejamento do projeto, e ainda que não seja realizada com o produto final, ela possibilita a identificação de necessidades não declaradas pelos usuários, ampliando a visão do projetista inclusive sobre outros aspectos, como aqueles referentes as questões ambientais e sociais que podem ser impactadas em algum momento dessa interação.
- Outro importante ponto citado na literatura é referente a importância de se projetar o fim da vida (*end-of-life* – EOL) do produto antecipadamente, ainda nas atividades iniciais do projeto. Em vista disso, a proposta desenvolvida para o modelo sugere uma etapa de *Planejamento EOL do Produto* antes do seu desenvolvimento conceitual, de modo que as metas de EOL estabelecidas para o produto constituam os requisitos a serem considerados durante o processo de geração de ideias.

*Objetivo específico c – Examinar as interações existentes entre os atores da equipe de projeto e as informações provenientes do ciclo de vida dos produtos.*

- A importância do trabalho de equipes multifuncionais em modelos de PDIP é um dos principais aspectos citados pelos autores na literatura, apesar disso, não foi identificado nenhum modelo que destacasse explicitamente como e onde deve ocorrer essa interação. Dessa forma, para a construção do modelo proposto foi realizada uma análise baseada no fluxo das informações consideradas necessárias para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, previamente identificadas na literatura. Essa análise avaliou a origem das informações em relação às fases do ciclo de vida do produto, e como essas informações circulam no processo de criação do produto, ou seja, com quais outras informações elas interagem, quem da equipe de projeto as utiliza, e que outras atividades elas alimentam. Essa análise possibilitou identificar qual seria a melhor configuração das atividades propostas e também quem seriam os responsáveis por elas. Assim, o modelo proposto buscou identificar visualmente em sua estrutura a relação das atividades e os respectivos responsáveis pela sua execução. Isso permitiu que a leitura das atividades pela equipe de projeto rapidamente identifique onde, quando e com quem cada um deve atuar, de modo que todos os participantes tenham conhecimento dos responsáveis pela execução de todas as atividades propostas para o modelo.

*Objetivo específico d – Desenvolver, testar e avaliar um modelo de PDIP preliminar para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.*

- Frente às necessidades e oportunidades identificadas foi desenvolvido um modelo preliminar para o Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade, que após ser testado, avaliado e corrigido, deu origem à proposta apresentada nesta tese.

Considerando os resultados obtidos a partir do desenvolvimento dos objetivos específicos apresentados acima foi possível tanto confirmar a hipótese da pesquisa quanto responder à sua pergunta. O modelo proposto segue a linha do *Life Cycle Design*, a qual adota uma abordagem proativa nos projetos, direcionando a avaliação das questões sustentáveis ainda na fase de planejamento, o que é mais adequado a um modelo que se propõe focar sobre os aspectos de criação e desenvolvimento de produtos.

Como discutido nas considerações apresentadas no *objetivo específico a*, os conteúdos e/ou práticas que devem compor um PDIP para que ele direcione o processo de criação e desenvolvimento de produtos orientado à sustentabilidade estão principalmente ligados às questões do planejamento integrado do projeto, ou seja, a adoção de uma perspectiva que considere simultaneamente o processo do projeto e a sua equipe de desenvolvimento, os

usuários e o ambiente de uso dos produtos, as etapas do ciclo de vida do produto, e as características que o produto deve ter para atender as necessidades de todos esses aspectos. Assim, no modelo apresentado, foi proposto uma série de atividades que juntas buscam satisfazer todas essas considerações. Entre as principais atividades propostas pode-se destacar: (a) a identificação das categorias de produtos, que direcionam a um conjunto de recomendações de projeto baseadas na prioridade das estratégias DFE específicas para cada categoria; (b) a análise do contexto do produto e a análise do seu ciclo de vida, que possibilitam identificar necessidades latentes dos produtos fundamentais para o processo de geração de ideias e desenvolvimento técnico do projeto; (c) a definição das estratégias EOL, que acrescentam aos requisitos do produto que devem ser desenvolvidos na geração de ideias as considerações sobre a extensão da sua vida útil, a recuperação dos materiais e o descarte dos resíduos; e (d) a avaliação de sustentabilidade, que permite que as ideias geradas sejam avaliadas a partir de critérios pré-estabelecidos pelas recomendações de projeto adotadas para o produto em desenvolvimento. Complementarmente, o modelo ainda sugere os responsáveis pela execução das atividades e propõe um conjunto de documentos de *feedback* que auxiliam o gerenciamento do projeto, bem como o registro de todas as informações desenvolvidas ao longo de suas etapas.

Assim, acredita-se que a principal contribuição do modelo Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade está ligada a três aspectos principais: a inserção das considerações sustentáveis de maneira integrada as atividades propostas, a abordagem didática adotada e a linguagem acessível.

Um dos objetivos proposto para o modelo era oferecer suporte sobre as questões sustentáveis nas decisões tomadas durante as etapas de criação e desenvolvimento dos produtos. Como o modelo propõem desde o início do seu processo uma série de atividades que orientam, de forma direta e indireta, sobre os aspectos sustentáveis, o processo de criação é dirigido de modo que cada característica definida para o produto considere essas questões. Esse resultado foi visível nos produtos desenvolvidos no experimento, que apresentaram modificações conceituais e estruturais a partir da avaliação das necessidades do usuário, do ambiente e do produto de forma integrada, de modo que as ideias geradas ao final do processo abordaram naturalmente os aspectos da sustentabilidade sobre as três esferas – econômica, ambiental e social. Esses resultados permitiram confirmar a hipótese de que a inclusão de requisitos de sustentabilidade nas etapas iniciais de planejamento e geração de ideias aprimora o processo de criação e desenvolvimento de produtos sustentáveis.



Por fim, a abordagem didática e a linguagem acessível adotadas no modelo também mostraram ter grande potencial para a sua utilização, especialmente para o ensino em sala de aula. Um dos motivos da adoção dessa estrutura de comunicação foi justamente facilitar a visualização das atividades propostas e dos responsáveis pela sua execução, no caso das imagens do fluxo das etapas, e instruir de forma rápida e direta sobre o registro das informações, no caso dos documentos de *feedback*. Esse conjunto de etapas e documentos de *feedback*, segundo os especialistas, englobam praticamente todas as atividades consideradas necessárias para o processo de desenvolvimento de produtos. Complementarmente, o emprego dessa linguagem direta e na forma de instrução nas orientações do modelo, associadas a uma série de atividades que abordam o desenvolvimento do produto a partir de uma sequência lógica (perfil do usuário, suas necessidades, categoria do produto, contexto de uso, opções de descarte (EOL), etc.), atuam também como uma ferramenta de aprendizagem e evolução do conhecimento.

## 8.2 DELIMITAÇÃO DA TESE

- a) Este trabalho é direcionado ao ramo de projeto de produtos que aborda o *Design for Environment* (DFE), também chamado de *ecodesign*, o qual sugere métodos e ferramentas de projeto que ajudam a minimizar os potenciais impactos que podem ser gerados ao longo do ciclo de vida dos produtos. Assim, a pesquisa apresentada neste estudo tem como foco as abordagens relacionadas ao DFE.
- b) Os aspectos sociais do conceito de sustentabilidade não são pontualmente abordados pelo modelo proposto por se tratarem de questões diretamente relacionadas à gestão estratégica das empresas, e que pode ou não ser adotada no processo de desenvolvimento dos produtos. Entretanto, é possível identificar entre as abordagens relacionadas aos aspectos ambientais e econômicos ações que podem direta ou indiretamente contribuir com os aspectos sociais.
- c) O modelo proposto apresenta em sua abrangência atividades que partem da identificação de oportunidades e necessidades dos consumidores até a finalização do projeto para encaminhamento à produção. No entanto, a ênfase do modelo está no processo de criação dos produtos com foco nas atividades desenvolvidas pelos *designers*.

- d) Entre as atividades propostas no modelo sugere-se o processo de ‘seleção de materiais’ para o desenvolvimento dos produtos, no entanto, o escopo desta pesquisa não aborda um estudo profundo a respeito desse assunto. Todavia, a autora orienta sobre questões importantes que devem ser consideradas nesse processo e sugere algumas bibliografias específicas que podem ser consultadas para o melhor desenvolvimento da atividade.
- e) O modelo proposto foi substancialmente construído sob o contexto acadêmico, o que essencialmente caracterizou-o como um instrumento de aprendizagem. Dessa forma, a aplicação do modelo no meio industrial pode exigir a sua adaptação a algumas práticas e/ou limitações das empresas.

### 8.3 TRABALHOS FUTUROS

A contribuição desta pesquisa pode ser considerada mais um passo em direção ao movimento crescente de desenvolvimento de modelos de PDIP que abordam aspectos sustentáveis. Assim como outros modelos já disponíveis, o Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade não é um modelo capaz de orientar o desenvolvimento de um produto que possa ser considerado 100% sustentável, uma vez que a sustentabilidade engloba a consideração de todos os *stakeholders* envolvidos em todos os níveis da cadeia de valor de um produto. Dessa forma, este aspecto pode ser um dos próximos a ser trabalhado a partir deste estudo.

Como o modelo proposto tem seu foco sobre o processo de criação do produto, modelos futuros poderiam ampliar esta perspectiva, integrando ao processo os outros atores que o compõem, como os setores de qualidade, compras, logística, assistência técnica, vendas, entre outros. Neste caso, com a ampliação do modelo para a esferas gerenciais das empresas, seria possível inclusive ampliar a sua abordagem dos aspectos sociais, já que na proposta apresentada eles ficam restritos a forma e a função do produto, e não consideram as questões que envolvem os trabalhadores, a comunidade local, a sociedade, os fornecedores, e os todos os outros possíveis envolvidos na cadeia de valor dos produtos.

## RERERÊNCIAS

- ABRE – Associação Brasileira de Embalagem. **Tipos de Embalagens**. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/tipos-de-embalagens/>>. Acesso em: 12 jun. 2017.
- AGRAWAL, V.V.; ÜLKÜ, S. *The Role of Modular Upgradability as a Green Design Strategy*. **Manufacturing & Service Operations Management**, v. 15, n. 4, p. 640–648, 2013.
- AJUKUMAR, V. N.; GANDHI, O. P. *Evaluation of green maintenance initiatives in design and development of mechanical systems using an integrated approach*. **Journal of Cleaner Production**, v. 51, p. 34–46, 2013.
- ALBLAS, A.A.; PETERS, K.; WORTMANN, J.C. *Fuzzy sustainability incentives in new product development*. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 4, p. 513–545, 2014.
- AMELI, M.; MANSOUR, S.; AHMADI-JAVID, A. *A multi-objective model for selecting design alternatives and end-of-life options under uncertainty: A sustainable approach*. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 109, p. 123–136, 2016.
- AMIGO, C. Modelos de referência para o processo de desenvolvimento de produtos: novas possibilidades de representação. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2013.
- ANDREASEN, M.M.; HEIN, L. **Integrated Product Development**. Berlim: Springer Verlag, 1987.
- BAKKER, C. *et al. Products that go round: Exploring product life extension through design*. **Journal of Cleaner Production**, v. 69, p. 10–16, 2014.
- BARTELMUS, P. *Indicators of sustainable growth and development – linkage integration and policy use*. In: **WORKSHOP OF INDICATORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT**, Wuppertal, nov. 15-17, 1995.
- BARTELMUS, P. *Towards a framework for indicators of sustainable development. Working paper series n.7. Department of Economics and Social Information and Policy Analysis, ST/ESA/1994/WP*. New York: United Nations, 1994.
- BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BAXTER, M. **Projeto do produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. São Paulo: Blucher, 2000.
- BELLEN, H.M.V. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

BEUREN, F.H.; FERREIRA, M.G.G.; CAUCHICK, M.P. *Product-service systems: a literature review on integrated products and services. Journal of Cleaner Production*, v. 47, p. 222–231, 2013.

BHAMRA, T.A. *Ecodesign: the search for new strategies in product development. Proceedings of the institution of mechanical engineers, part B: Journal of Engineering Manufacture* v.218, n.5, p. 557–569, 2004.

BOVEA, M.D.; PÉREZ-BELIS, V. *A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process. Journal of Cleaner Production*, v. 20, n. 1, p. 61–71, jan. 2012.

BRASIL. Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 19 jun. 2014.

BRONES, F.; CARVALHO, M. M. de. *From 50 to 1: Integrating literature toward a systemic ecodesign model. Journal of Cleaner Production*, v. 96, p. 44–57, 2015.

BROWNING, T.R.; FRICKE, E.; NEGELE, H. *Key concepts in modeling product development processes. Systems Engineering*, v. 9, n. 2, p. 104–128, 2006.

BRUCE, M. *Marketing and Design*. In: *Design in Business: Strategic Innovation Through Design*, BRUCE, M.; BESSANT, J.R. (Org.), Harlow: Prentice Hall, 2001.

BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. *Handling trade-offs in Ecodesign tools for sustainable product development and procurement. Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 15–16, p. 1420–1430, 2006.

CAMARGO SOBRINHO, M. de. Aspectos da responsabilidade civil por defeitos e vícios dos produtos e serviços em face do Código de Defesa do Consumidor. *Revista Âmbito Jurídico*, Rio Grande, v.10, n. 45, Setembro, 2007. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=2224](http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=2224)>. Acesso em: 8 jul. 2015.

CAMEIRA, S. R. **O branding e a metodologia de sistemas de identidade visual**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2013.

CANCIGLIERI JR, O.; SANT’ANNA, Â. M. O.; MACHADO, L. C. *Multi-attribute method for prioritization of sustainable prototyping technologies. Clean Technologies and Environmental Policy*, v.17, n.5, p.1355–1363, 2015.

CÂNDIDO, L. *et al. The recycling cycle of materials as a design project tool. Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 13, p. 1438–1445, 2011.

CATULLI, M. *What uncertainty? Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 23, n. 6, p. 780–793, 2012.

CHAGAS, A.T.R. O questionário na pesquisa científica. *Revista Administração Online*, v. 1, n. 1, p. 1–14, 2000. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kqgroups22703089875888180nameartigo+questionário.pdf>>.

CHEN, C. *et al.* A new methodology for evaluating sustainable product design performance with two-stage network data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, v. 221, n. 2, p. 348–359, set. 2012.

CHEN, C.; LIU, L.Q. Pricing and quality decisions and financial incentives for sustainable product design with recycled material content under price leadership. *International Journal of Production Economics*, v. 147, n. PART C, p. 666–677, 2014.

CHERIFI, A. *et al.* A Catalyst Method for an Innovative Eco-Design Strategy Using TRIZ Approach. *British Journal of Applied Science & Technology*, v. 4, n. 29, p. 4156–4174, 2014.

CHOU, C.-J.; CHEN, C.-W.; CONLEY, C. Creating Sustainable Value Through Service Offerings. *Research Technology Management*, v.58, n.2, p. 48–55, 2015.

CHU, C.-H.; SU, J.C.P.; CHEN, Y.-T. A Concurrent Approach to Reducing Environmental Impact of Product Development at the System Design Stage. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, v. 9, n. 3, p. 482–495, 2012.

CHURCHILL JR, G.A.; PETER, J.P. **Marketing: criando valor para os clientes.** 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry.* Boston, Mass.: Harvard Business School Press. 1991.

CLARKE, A.; GERSHENSON, J.K. *Life-cycle Design.* In: *Environmentally Conscious Mechanical Design*, KUTZ, M. (Ed.) 1 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.

CLAUSING, D. *Total quality development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering.* New York: Asme Press, 1993.

COBRA, M. **Administração de marketing no Brasil.** Elsevier Brasil, 2009.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549.

CONFORTO, E.C.; AMARAL, D.C.; SILVA, S.L. da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CBGDP. Anais... p.1–12, 2011. Porto Alegre.

COOPER, R. G. *Winning at new products: accelerating the process from idea to launch.* Basic Books, 2001.

CRAWFORD, C.M.; BENEDETTO, C. A. *New Products Management.* McGraw Hill: Boston, 2000.

CRILLY, N. The roles that artefacts play: technical, social and aesthetic functions. *Design Studies*, v. 31, n. 4, p. 311–344, jul. 2010. doi: 10.1016/j.destud.2010.04.002

D'ANNA, W.; CASCINI, G. *Adding quality of life to design for Eco-Efficiency. Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 3211–3221, 2016.

DAAE, J.; BOKS, C. *A classification of user research methods for design for sustainable behaviour. Journal of Cleaner Production*, v. 106, p. 680–689, 2015.

DANGELICO, R. M. *Green Product Innovation: Where we are and where we are Going. Business Strategy and the Environment*, 2015.

DANGELICO, R.M.; PONTRANDOLFO, P. *From green product definitions and classifications to the Green Option Matrix. Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 16–17, p. 1608–1628, 2010.

DENIS, R.C. **Uma introdução à história do design.** São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

DINDARIAN, A.; GIBSON, A. P.; QUARIGUASI-FROTA-NETO, J. *Electronic product returns and potential reuse opportunities: A microwave case study in the United Kingdom. Journal of Cleaner Production*, v. 32, p. 22–31, 2012.

DIÓGENES, E. **Metodologia e epistemologia na produção científica: gênese e resultado.** 2.ed. Maceió: EDUFAL, 2005.

DJASSEMI, M. *A computer-aided approach to material selection and environmental auditing. Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 23, n. 6, p. 704–716, 2012.

DOANE, D. *Good intentions – Bad outcomes? The broken promise of CSR reporting. In: The Triple Bottom Line, does it all add up?: Assessing the sustainability of business and CSR*, HENRIQUES, A.; RICHARDSON, J. (Eds.) 1 ed. Londres: Earthscan, 2004.

EL MARGHANI, V.G.R. **Modelo de Processo de Design no Nível Operacional.** 2010. Tese (Doutorado) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2010.

EL MARGHANI, V.G.R. **Modelo de Processo de Design.** São Paulo: Blucher Acadêmico, 2011.

ELKINGTON, J. *Enter the Triple Bottom Line. In: The Triple Bottom Line, does it all add up?: Assessing the sustainability of business and CSR*, HENRIQUES, A.; RICHARDSON, J. (Eds.). 1 ed. London: Earthscan, 2004.

ELKINGTON, J. **Sustentabilidade: Canibais com Garfo e Faca.** 1 ed. São Paulo: Makron Books, 2011.

EUROPEAN COMMISSION. Directorate-General Environment, 2012. *Guidance on the interpretation of key provisions of Directive 2008/98/EC on waste.* Disponível em: <[http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/pdf/guidance\\_doc.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/pdf/guidance_doc.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2016.

FARGNOLI, M.; MINICIS, M. de; TRONCI, M. *Design Management for Sustainability: An integrated approach for the development of sustainable products. Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, v. 34, p. 29–45, 2014.

FASCIONI, L.C. **Indicadores para avaliação da imagem corporativa das empresas de base tecnológica instaladas na grande Florianópolis baseados nas análises das percepções gráfica e verbal utilizando lógica difusa.** 2003. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

FASCIONI, L.C. **O design e a engenharia.** Design, 2008. Disponível em: <<https://design.com.br/o-design-e-a-engenharia/>> Acesso em 14 abr. 2017.

FERNANDES, P.T. **Método de desenvolvimento integrado de produto orientado para a sustentabilidade.** 2013. Dissertação (Mestrado) –Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2013.

FERNANDES, P.T.; CANGIOLIERI JR. *Sustainable Product Design: a study about the key themes for future of product development models. Clean Technologies and Environmental Policy* (no prelo).

FERNANDES, P.T.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Desenvolvimento integrado do produto e as inter-relações com o ciclo de vida. **Revista Sodebras**, n. 9, p.3-10, 2013.

FERNANDES, P.T.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. *Sustainable product design: the development of a conceptual model. Applied Mechanics and Materials*, v. 518, n. January, p. 335–342, 2014.

FERNANDES, P.T.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. **Sustainable product development: ecodesign tools applied to designers.** *Transdisciplinary Lifecycle Analysis of Systems, In: Advances in Transdisciplinary Engineering – Proceedings of the 22nd ISPE Inc. International Conference on Concurrent Engineering, Netherlands, July 20–23th*, p. 481-491, 2015.

FERNANDES, P.T.; CANGIOLIERI JUNIOR, O.; SANT'ANNA, Â.M.O. *Method for Integrated Product Development oriented to Sustainability. Clean Technologies and Environmental Policy*, v.19, n.3, p. 775–793, 2017.

FERNANDES, P.T.; CANGIOLIERI JUNIOR, O.; SANT'ANNA, Â.M.O. *Proposed Method for Sustainability Development of Consumable Good. Advanced Materials Research*, v. 1061–1062, n. dez., p. 1233–1237, 2015.

FERNANDES, P.T.; MATTIODA, R.A.A. Requisitos de Projeto para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: uma Proposta de Framework. In: 6th International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo: 2017. p. 10.

FERREIRA, J.V.R. **Análise de ciclo de vida dos produtos.** Instituto Politécnico de Viseu, 2004.

FINKBEINER, M.; SCHAU, E. M.; LEHMANN, A.; TRAVERSO, M. *Towards Life Cycle Sustainability Assessment. Sustainability*, v.2, n.10, p.3309-3322, 2010.

FUAD-LUKE, A. **The eco-design handbook: a complete sourcebook for the home and office.** London: Thames & Hudson, 2004.

GEHIN, A.; ZWOLINSKI, P.; BRISSAUD, D. *A tool to implement sustainable end-of-life strategies in the product development phase. Journal of Cleaner Production*, v.16, p.566-576, 2008.

GEUM, Y.; PARK, Y. *Designing the sustainable product-service integration: A product-service blueprint approach. Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 14, p. 1601–1614, 2011.

GHAZILLA, R.A.R. *et al. Design for environment and design for disassembly practices in Malaysia: A practitioner's perspectives. Journal of Cleaner Production*, v. 108, p. 331–342, 2015.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GNANADESIKAN, R. *Methods for statistical data analysis of multivariate observations*. 2. ed. New York: John Wiley and Sons, 1997.

GO, T.F.; WAHAB, D.A.; HISHAMUDDIN, H. *Multiple Generation Life-Cycles for Product Sustainability: The Way Forward. Journal of Cleaner Production*, v.95, p.16-29, 2015.

GOEPP, V.; ZWOLINSKI, P.; CAILLAUD, E. *Design process and data models to support the design of sustainable remanufactured products. Computers in Industry*, v. 65, n. 3, p. 480–490, 2014.

GOODALL, P.; ROSAMOND, E.; HARDING, J. *A review of the state of the art in tools and techniques used to evaluate remanufacturing feasibility. Journal of Cleaner Production*, v. 81, p. 1–15, 2014.

GRAY, D.E. **Pesquisa no mundo real**. 2 ed. Porto Alegre: Editora Penso, 2012.

GUDEM, M. *et al. Redefining customer value in lean product development design projects. Journal of Engineering, Design and Technology*, v. 11, n. 1, p. 71–89, 2013.

GUIMARÃES, L.B.M. *Sociotechnical design for a sustainable world. Theoretical Issues in Ergonomics Science*, v.13, n.2, p.240–269, 2012.

GUNASEKARAN, A.; SPALANZANI, A. *Sustainability of manufacturing and services: Investigations for research and applications. International Journal of Production Economics*, v. 140, n. 1, p. 35–47, 2012.

GUTOWSKI, T. *Design and Manufacturing for the Environment. Hand-book of Mechanical Engineering*, Berlin: Springer-Verlag, 2004.

HAIR JR., J. F. *et al. Análise multivariada de dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HALLSTEDT, S.I.; THOMPSON, A.W.; LINDAHL, P. *Key elements for implementing a strategic sustainability perspective in the product innovation process. Journal of Cleaner Production*, v. 51, p. 277–288, 2013.

HAMMER, M. Seven insights about processes. In: Proceedings of the conference on strategic power process ensuring survival creating competitive advantage. Boston, USA: 2001.

HARDI, P.; BARG, S. *Measuring sustainable development: review of current practice*. Winnipeg: IISD, 1997.



- HATCHER, G.D.; IJOMAH, W.L.; WINDMILL, J.F.C. *Design for remanufacture: A literature review and future research needs. Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 17–18, p. 2004–2014, 2011.
- HEMEL, C.G.V.; KELDMANN, T. *Applying “Design for X” Experience in Design for Environment. In: Design for X: concurrent engineering imperatives.* HUANG, G.Q. (Org.). London: Chapman & Hall, 1996.
- HOSSEINPOUR, A.; PENG, Q.; GU, P. *A benchmark-based method for sustainable product design. Benchmarking: An International Journal*, v. 22, n. 4, p. 643–664, 2015.
- HSU, Y. *Innovative Product Design Approaches for Implementing Marketing Strategy: the Linkage. International Journal of Innovation Management*, v.15, n.04, p. 837–868, 2011.
- HUANG, H. *et al. Multi-criteria decision making and uncertainty analysis for materials selection in environmentally conscious design. International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 52, n. 5–8, p. 421–432, 2011.
- HUANG, H.; LIU, Z.; ZHANG, L. *Materials for environmental conscious design via a proposed life cycle environmental performance index. International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v.44, p.1073–1082, 2009.
- HUBKA, V.; EDER, W.E. *Theory of Technical Systems*. New York: Springer-Verlag, 1988.
- HYNDS, E. J. *et al. A Maturity Model for Sustainability in New Product Development. Research-Technology Management*, January, p.50–57, 2014.
- ICSID – International Council Societies of Industrial Design. *Definition of design*. Disponível em: <<http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>>. Acesso em: 25 abr. 2015.
- IDSA – Industrial Designers Society of America. *What is Industrial Design?* Disponível em: <<http://www.idsa.org/education/what-is-industrial-design>>. Acesso em: 25 abr. 2015.
- IGREJA CATÓLICA. Papa (2013-: Francisco). Carta Encíclica Laudato Si’ do Santo Padre Francisco sobre o cuidado da casa comum, 2015.
- IJOMAH, W.L.; MCMAHON, C.A.; HAMMOND, G.P.; NEWMAN, S.T. *Development of robust design-for-remanufacturing guidelines to further the aims of sustainable development. International Journal of Production Research*, v.45, p.4513–4536, 2007.
- INOUE, M. *et al. Decision-making support for sustainable product creation. Advanced Engineering Informatics*, v. 26, n. 4, p. 782–792, out. 2012.
- ISHII, K.; JUENGEL, C.; EUBANKS, C.F. *Design for product variety: key to product line structuring. In: Proceedings of the 1995 ASME Design Engineering Technical Conferences, 7th International Conference on Design Theory and Methodology*, Boston, MA, 1995.
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14040:2006. Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. Genebra, 2006.

JASTI, N.V.K.; SHARMA, A.; KARINKA, S. *Development of a framework for green product development. Benchmarking: An International Journal*, v. 22, n. 3, p. 426–445, 2015.

JOORE, P.; BREZET, H. *A Multilevel Design Model: The mutual relationship between product-service system development and societal change processes. Journal of Cleaner Production*, v. 97, p. 92–105, 2015.

KAMINSKI, P.C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A., 2000.

KANG, M.J.; WIMMER, R. *Product service systems as systemic cures for obese consumption and production. Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 11, p. 1146–1152, 2008.

KESKIN, D.; DIEHL, J. C.; MOLENAAR, N. *Innovation process of new ventures driven by sustainability. Journal of Cleaner Production*, v. 45, p. 50–60, 2013.

KÖHLER, A.R. *Material Scarcity: A Reason for Responsibility in Technology Development and Product Design. Science and Engineering Ethics*, v. 19, n. 3, p. 1165–1179, 2013.

KOTLER, P. **Administração de marketing.** 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KOTLER, P. **Administração de marketing.** 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing.** 9 ed. São Paulo: Editora Pearson, 2004.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing.** 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LAITALA, K.; BOKS, C.; KLEPP, I. Gd. *Making Clothing Last : A Design Approach for Reducing the Environmental Impacts. International Journal of Design*, v. 9, n. 2, p. 93–107, 2015.

LAURIANO, L. A. **Rumo à integração da sustentabilidade no sistema de gestão empresarial.** Caderno de Ideias, Fundação Dom Cabral – FDC, p. 13, 2012. Disponível em: <<http://acervo.ci.fdc.org.br/AcervoDigital/Cadernos de Idéias/2013/CI1315.pdf>>.

LI, J.Z. *et al.* *A multi-objective fuzzy graph approach for modular formulation considering end of life issues. International Journal of Production Research* v.46, p.4011–4033, 2008.

LÖBACH, B. **Desenho Industrial: base para configuração dos produtos industriais.** 1 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.

LOBOS, A.; BABBITT, C. *Integrating Emotional Attachment and Sustainability in Electronic Product Design. Challenges*, v. 4, n. 1, p. 19–33, 2013.

LU, B. *et al.* *Systematic Lifecycle Design for Sustainable Product Development. Concurrent Engineering Research and Applications*, v. 19, n. 4, p. 307–324, 2011.

LUCHS, M.; SWAN, K.S. *Perspective: The Emergence of Product Design as a Field of Marketing Inquiry. Journal of Product Innovation Management.* v.28, n.3, p.327-345, 2011.

- LUH, Y.P.; CHU, C.H.; PAN, C.C. *Data management of green product development with generic modularized product architecture. Computers in Industry*, v. 61, n. 3, p. 223–234, 2010.
- LUTHER, W.M. *The market plan: how to prepare and implement it*. 3 ed. New York: Amacom, 2001.
- MA, J.; KREMER, G.E.O. *A fuzzy logic-based approach to determine product component end-of-life option from the views of sustainability and designer's perception. Journal of Cleaner Production*, v. 108, p. 289–300, 2014.
- MA, J.; KREMER, G.E.O. *A fuzzy logic-based approach to determine product component end-of-life option from the views of sustainability and designer's perception. Journal of Cleaner Production*, v. 108, p. 289–300, 2014.
- MACDONALD, E. F.; SHE, J. *Seven cognitive concepts for successful eco-design. Journal of Cleaner Production*, v. 92, p. 23–36, 2015.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002.
- MARCELLINO, F.J.de M. *Planejamento Integrado da Cadeia de Suprimentos da Indústria do Petróleo Baseado em Agentes Holônicos*. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. São Paulo/SP, 2013.
- MARCHAND, A.; WALKER, S. *Product development and responsible consumption: designing alternatives for sustainable lifestyles. Journal of Cleaner Production*, v.16, p.1163-1169, 2008.
- MARCHAND, A.; WALKER, S.; COOPER, T. *Beyond abundance: Self-interest motives for sustainable consumption in relation to product perception and preferences. Sustainability*, v. 2, n. 5, p. 1431–1447, 2010.
- MARCO P.; EUBANKS, C.F.; ISHII, K. *Compatibility analysis of product design for recyclability and reuse*. In: *Proceedings of the 1994 ASME Computers in Engineering Conference*. 1994.
- MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.
- MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MASCLE, C. *Design for rebirth (DFRb) and data structure. International Journal of Production Economics*, v. 142, n. 2, p. 235–246, abr. 2013.
- MATTIODA, R.A.A.; CANGIOLIERI JUNIOR, O.; FERNANDES P.T., CASELA, J.L.; MAZZI, A. *Thoughts on Product Development Oriented to Sustainability in Organizational Overview*. In: *Advanced Materials Research*., v. 1061-1062, n. dez., p.1238–1244, 2015.
- MATTIODA, R.A.A.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. *Abordagem dos conceitos do Triple Bottom Line no desenvolvimento integrado de produtos. Revista Sodebras*, v.8, p.7-14, 2013.

- MATTIODA, R.A.A.; FERNANDES, P.T.; CASELA, J.L.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Projeto integrado de produto orientado para a sustentabilidade: uma visão do desenvolvimento de produto. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2012, Bauru. Anais XIX SIMPEP, 2012.
- MAXWELL D.; VAN DER VORST, R. *Developing sustainable products and services*, *Journal of Cleaner Production*, v.11, n.8, p. 883-895, 2003.
- MAXWELL, D.; SHEATE, W.; VAN DER VORST, R. *Functional and systems aspects of the sustainable product and service development approach for industry*. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 17, p. 1466–1479, 2006.
- MCDONOUGH, W. *Remaking the way we make things* (entrevista). 23/03/2012. **Forbes**. Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/terrywaghorn/2012/03/23/william-mcdonough-remaking-the-way-we-make-things/>>. Acesso em: 23 mar 2015.
- MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. New York: North Point Press, 2002.
- MEDEIROS, J.F. de; RIBEIRO, J.L.D.; CORTIMIGLIA, M.N. *Success factors for environmentally sustainable product innovation: A systematic literature review*. *Journal of Cleaner Production*, v. 65, p. 76–86, 2014.
- MENDES, G. H. S. O processo de desenvolvimento de produtos de empresas de base tecnológica: caracterização da gestão e proposta de modelo de referência. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP, 2008.
- MILLER, L.C.G. *Concurrent Engineering Desing. Integrating the best practices for process improvement*. *Society of Manufacturing Engineers*, 1993.
- MIN, H. *International supplier selection: a multi-attribute utility approach*. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v.24, n.5, p.24-33, 1994.
- MORRIS, R. **Fundamentos de design de produto**. Porto Alegre: Bookman, 2010
- MOZOTA, B.B.; KLÖPSCH, C.; COSTA, F.C.X. **Gestão do design: usando o design para construir valor de marca e inovação corporativa**. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- MUNDIM, A.P.F. *et al.* Aplicando o cenário de desenvolvimento de produtos em um caso prático de capacitação profissional. **Gestão & Produção**, v.9, n.1, p.1–16, 2002.
- NELEN, D. *et al.* *A multidimensional indicator set to assess the benefits of WEEE material recycling*. *Journal of Cleaner Production*, v. 83, p. 305–316, 2014.
- OLIVEIRA, M.M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 4 ed. Petrópolis: Vozes, 2012.
- PAHL, G.; BEITZ, W. *Engineering Design: a systematic approach*. Berlin, Springer Verlag, 1996.

- PAPANEK, V. *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. 1 ed. New York: Pantheon Books, 1971.
- PATTERSON, M.L.; FENOGLIO, J.A. *Leading Product Innovation – Accelerating Growth in a Product-Based Business*. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- PAUW, I.C.de *et al. Comparing Biomimicry and Cradle to Cradle with Ecodesign: A case study of student design projects. Journal of Cleaner Production*, v. 78, p. 174–183, 2014.
- PEREIRA, J.A. Modelo de desenvolvimento integrado de produto orientado para projetos de P&D do setor elétrico brasileiro. 2014. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2014.
- PIALOT, O. *et al. Proposition of a new model for early phases of innovation process*. In: *DS 36: PROCEEDINGS DESIGN 2006, THE 9TH INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 2006, Dubrovnik, Croatia. Anais...* Dubrovnik: 2003.
- PIGOSSO, D. C.; MCALOONE, T.C. *Maturity-based approach for the development of environmentally sustainable product/service-systems. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, v.15, p.33–41, 2016.
- PLATCHECK, E.R. *et al. Methodology of ecodesign for the development of more sustainable electro-electronic equipments. Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 1, p. 75–86, 2008.
- PRASAD, B. *Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process development*. New Jersey: Prentice Hall, 1996.
- PUGH, S. *Total design: integrated methods for successful product engineering*. Addison Wesley, 1991.
- RAAD, A. *et al. A decision making method for product end-of-life management - a case study in Iran. Advances in Environmental Biology*, v.8, p.801–811, 2014.
- RAMANI, K. *et al. Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review. Journal of Mechanical Design*, v.132, 2010.
- REIM, W.; PARIDA, V.; ÖRTQVIST, D. *Product-Service Systems (PSS) business models and tactics - A systematic literature review. Journal of Cleaner Production*, v. 97, p. 61–75, 2015.
- REMERY, M.; MASCLE, C.; AGARD, B. *A new method for evaluating the best product end-of-life strategy during the early design phase. Journal of Engineering Design*, v.23, p.419–441, 2012.
- ROMEIRO FILHO, E. *Brazilian design for sustainability: In search of a local approach. Journal of Cleaner Production*, v. 107, p. 467–474, 2015.
- ROOZENBURG, N.F.M.; EEKELS, J. *Product Design: Fundamentals and Methods*. Chichester: John Wiley & Sons, 1995.
- ROSE, C.M. *Design for environment: a method for formulating products end-of life strategies*. 2000. Tese (Doutorado) – Stanford University. Stanford, 2000.

ROSSLER, P. E.; HIGH, M. S. *Products Liability Law and Its Implications for Engineering Practice. Engineering Management Journal*, v.19, n.2, p. 23–30, 2007.

ROTHWELL, R. *Innovation and firm size-a case for dynamic complementarity-or, is small really so beautiful. Journal of General Management*, v. 8, n. 3, p. 5-25, 1983.

ROZENFELD, H. *et al. Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

RUTHERFORD, I. *Use of models to link indicators of sustainable development*. In: *Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development*, MOLDAN, B.; BILHARZ, S. (Eds.). Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.

SACHS, I. *The next 40 years: transition strategies to the virtuous green path: North/South/East/ Global*, 1991. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000902/090217eb.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

SAKUNDARINI, N. *et al. Multi-objective optimization for high recyclability material selection using genetic algorithm. International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 68, n. 5–8, p. 1441–1451, 2013.

SALGADO, E.G. *et al. Product development reference models: classification, analysis and suggestions for future research. Produção Online*, v. 10, n. 4, p. 886–911, 2010.

SANTOS, F.A. *O design como diferencial competitivo*. Itajaí: Editora Univali, 2000.

SARABANDO, P.; DIAS, L.C. *Simple procedures of choice in multicriteria problems without precise information about the alternatives' values. Computers & Operations Research*, v. 37, n. 12, p. 2239-2247, 2010.

SHARMA, S. *Applied multivariate techniques*. New York: John Wiley & Sons, 1996.

SIMPSON, T.W. *Product platform design and customization: Status and promise. Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, v.18, 2004.

SINGH, J. *et al. Progress and challenges to the global waste management system. Waste Management & Research*, v. 32, n. 9, p. 800–812, 2014.

STAPPERS, P.J. *et al. Designing for other people's strengths and motivations: Three cases using context, visions, and experiential prototypes. Advanced Engineering Informatics*, v.23, n.2, p.174-183, 2009.

STEAD, J.G.; STEAD E. *Eco-Enterprise Strategy: Standing for Sustainability, Journal of Business Ethics*, v. 24, n. 4, p. 313-329, 2000.

STEVENS, A.L.N. *Optimization of the End-of- life System*. In: BREZET JC, VAN HEMEL C (Eds.) *Appears in Ecodesign: a Promising Approach*. UNEP Working Group on Sustainable Product Development, Paris. (1997)

STRUNCK, G. *Como Criar Identidades Visuais para Marcas de Sucesso*. 3 ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2001.

- SUAREZ, T. M.; JUNG, C. F.; CATEN, C. S. Adaptação e aplicação de um método de desenvolvimento de produtos em uma microempresa de manufatura de produtos decorativos. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, Itajubá, v.7, n.1, 2009.
- TAKATA, S. *et al.* Framework for systematic evaluation of life cycle strategy by means of life cycle simulation. In: *PROCEEDINGS OF ECODESIGN 2003: THIRD INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 2003, Tokyo, Japan*. **Anais...** Tóquio: IEEE, 2003. p. 198–205.
- TAMBOURATZIS, T.; KARALEKAS, D.; MOUSTAKAS, N. *A methodological study for optimizing material selection in sustainable product design*. **Journal of Industrial Ecology**, v. 18, n. 4, p. 508–516, 2014.
- THOMAS, O. *Understanding the term reference model in information system research: history, literature analysis and explanation*. In: *THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM), 2005, Nancy, France*. **Anais...** Nancy: BPRM, 2005.
- TUKKER, A.; TISCHNER, U. *Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research*. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1552–1556, 2006.
- ULRICH, K.T.; EPPINGER, S.D. **Product design and development**. 5 ed. Boston: McGraw-Hill, 2012.
- UMEDA, Y. *et al.* *Toward integrated product and process life cycle planning - An environmental perspective*. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v.61, n.2, p.681–702, 2012.
- UMEDA, Y.; NONOMURA, A.; TOMIYAMA, T. *Study on life-cycle design for the post mass production paradigm*. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.14, p.149-161, 2000.
- URBAN, G.L.; HAUSER, J.R. *Design and marketing of new products*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1993.
- VAN DER LELIE, C. *The value of storyboards in the product design process*. **Personal and Ubiquitous Computing**, v.10, n.2-3, p.159-162, 2006.
- VEZZOLI, C.; KOHTALA, C., SRINIVASAN, A. **Product-Service System Design for Sustainability**. [S.l.]: Greenleaf Publishing Limited, 2014.
- VEZZOLI, C.; MANZINI, E. *Design for environmental sustainability*. Springer Science & Business Media, 2008.
- VIALI, L. **Análise de agrupamento**. [2017?]. PUCRS – FAMAT: Departamento de Estatística. Disponível em: < [http://www.pucrs.br/famat/viali/especializa/realizadas/ceea/multivariada/laminas/CEEA\\_04.pdf](http://www.pucrs.br/famat/viali/especializa/realizadas/ceea/multivariada/laminas/CEEA_04.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- VIANELLO, L. P. **Métodos e técnicas de pesquisa**. [2017?]. EAD - Educação à distância, sem ano. Disponível em: < [http://disciplinas.nucleoead.com.br/pdf/Livro\\_mtp.pdf](http://disciplinas.nucleoead.com.br/pdf/Livro_mtp.pdf)>. Acesso em: 15 mai. 2017.

VIANNA, I. O. de A. **Metodologia Do Trabalho Científico: Um Enfoque Didático da Produção Científica.** São Paulo: EPU, 2001.

WCED - *World Commission on Environment and Development. Our Common Future.* New York: Oxford University Press, 1987.

WDO – World Design Organization. **Definition of Industrial Design**, 2017. Disponível em: <<http://wdo.org/about/definition/>>. Acesso em: 12 mai. 2017.

WEBSTER, J.; WATSON, J.T. *Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review.* **MIS Quarterly & The Society for Information Management**, v.26, n.2, pp.13-23, 2002.

WHEELWRIGHT, S.C.; CLARK, K.B. **Revolutionizing product development quantum leaps in speed, efficiency and quality.** New York: Free Press, 1992.

YAN, J.; FENG, C. *Sustainable design-oriented product modularity combined with 6R concept: A case study of rotor laboratory bench.* **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 16, n. 1, p. 95–109, 2014.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2010.

YOUNESI, M.; ROGHANIAN, E. *A Framework for Sustainable Product Design: A Hybrid Fuzzy approach Based on Quality Function Deployment for Environment.* **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 385–394, 2015.

ZARANDI, M.H.F. *et al.* *A material selection methodology and expert system for sustainable product design.* **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 57, n. 9–12, p. 885–903, 2011.

ZHU, B.; ROY, U. *Ontology-based disassembly information system for enhancing disassembly planning and design.* **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 78, n. 9–12, p. 1595–1608, 2015.



## APÊNDICE A - PONTUAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DE PROJETO

As recomendações de projeto adotadas neste estudo são originárias do método proposto por Fernandes (2013), o qual é composto por um conjunto de diretrizes que devem ser utilizadas para direcionar o desenvolvimento de produtos orientados a sustentabilidade. Essas recomendações estão alinhadas a quatro categorias de produtos, que de acordo com Fernandes (2013), devem ser priorizadas na seguinte ordem: **Primeiro**, de acordo com a *Prioridade das Estratégias DFE* definidas para cada categoria de produto; **Segundo**, de acordo com as fases do ciclo de vida onde ocorrem os *Principais Impactos* ocasionados pelos produtos de cada categoria. O Quadro A.1 apresenta a classificação dos produtos e seus respectivos detalhamentos.

Quadro A.1. Classificação das categorias de produtos.

Categories	Exemplos	Principais Impactos	Prioridade das Estratégias DFE
<b>Bens Consumíveis</b>	Alimentos, limpeza, higiene, pesticidas, tintas, pilhas, canetas, medicamentos, etc.	Apresentam os maiores impactos nas fases de produção, distribuição e descarte.	1º Minimizar Recursos e Processos; 2º Planejar <i>End-of-Life</i> ; 3º Otimizar a Vida do Produto.
<b>Bens de Uso Rápido</b>	Jornais, revistas, impressos publicitários, escova de dente, hastes flexíveis, fraldas descartáveis, etc.	Apresentam os maiores impactos nas fases de produção e descarte.	1º Minimizar Recursos e Processos; 2º Planejar <i>End-of-Life</i> ; 3º Otimizar a Vida do Produto.
<b>Bens Multiuso Não Consumidores</b>	Objetos de utilidade doméstica, mobiliário em geral, produtos decorativos, artigos esportivos (bicicleta, patins, bola, raquete), vestuário (cama, mesa, banho), etc.	Apresentam os maiores impactos nas fases de produção e descarte.	1º Otimizar a Vida do Produto; 2º Minimizar Recursos e Processos; 3º Planejar <i>End-of-Life</i> ;
<b>Bens Multiuso Consumidores</b>	Eletroeletrônicos, eletrodomésticos, linha branca, veículos em geral, etc.	Apresentam os maiores impactos nas fases de utilização e descarte.	1º Minimizar Recursos e Processos; 2º Otimizar a Vida do Produto; 3º Planejar <i>End-of-Life</i> .

Fonte: Fernandes (2013).

Neste estudo, as recomendações propostas por Fernandes (2013) foram revisadas, condensadas e reagrupadas, com o objetivo de serem hierarquizadas a partir da sequência de priorização proposta pela autora. A metodologia de priorização utilizada para a realização de tal procedimento foi baseada no Método MAUT (MIN, 1994) e no estudo proposto por Canciglieri Junior *et al.* (2015).

O método MAUT (*Multi-attribute Utility Approach*) é uma abordagem analítica utilizada para classificar um conjunto de alternativas ou selecionar a(s) melhor(es) alternativa(s) tendo em vista múltiplos critérios (SARABANDO; DIAS, 2010). O MAUT

possibilita que o avaliador estruture um problema complexo na forma de uma hierarquia simples (MIN, 1994), onde a representação de suas preferências pelos ‘atributos’ é baseada em seu ponto de vista dos ‘critérios’, como ilustra a Figura A.1 (CANCIGLIERI JR. *et al.*, 2015).

Atributos ( <i>i</i> )	Critérios ( <i>j</i> ) em %				Critério mais importante ( <i>k</i> )	Pontuação ( <i>U<sub>i</sub></i> )
	<i>x<sub>1</sub></i>	<i>x<sub>2</sub></i>	...	<i>x<sub>m</sub></i>		
1	<i>w<sub>ij</sub></i>				<i>k<sub>1</sub></i>	<i>U<sub>1</sub></i>
2					<i>k<sub>2</sub></i>	<i>U<sub>2</sub></i>
...					...	...
...					...	...
<i>n</i>					<i>k<sub>n</sub></i>	<i>U<sub>n</sub></i>

Figura A.1. Características da matriz de priorização.

A estrutura da matriz de priorização utilizada para este estudo é baseada na matriz MAUT proposta por Canciglieri Jr. *et al.* (2015), na qual um grupo de especialistas deve atribuir os pesos para os *critérios(j)*, a partir de uma escala de 0 a 100, onde 0 significa a menor importância e 100 a maior importância. Os pesos atribuídos aos *critérios(j)*, posteriormente, devem ser convertidos proporcionalmente em valores percentuais ( $x_j = 1, \dots, m$ ). Os especialistas também devem determinar os pesos da relação entre os *critérios(j)* e *atributos(i)*, expressados por  $w_{ij}$ , a partir de uma escala de 0 a 9, onde 0 indica sem importância e 9 indica máxima importância. Por fim o peso do *critério mais importante(k)* é aplicado em relação aos *atributos (i)*. O indicador  $U_i$ , apresentado na Equação A.1, fornece a priorização dos atributos investigados, resultante da associação dos valores ponderados da priorização dos *atributos(i)* para cada *critérios(j)*.

$$U_i = \sum_{j=1}^m (w_{ij} \times x_j) \times k_i \quad (\text{A.1})$$

Baseada nesta estrutura foi construída a matriz para a priorização das recomendações de projeto adotadas para este estudo, onde os *atributos (i)* são representados pelas *Recomendações de projeto*, os *critérios (j)* são representados pelas *Fases do ciclo de vida* e o *critério mais importante (k)* é representado pelas *Estratégias DFE* (Figura A.2). Essas atribuições foram selecionadas de acordo com a ordem de priorização definidas por Fernandes (2013). Já os valores atribuídos às Estratégias DFE foram estipulados a partir da ordem de prioridade dessas estratégias para cada uma das categorias de produtos, como ilustra o Quadro A.2.

Recomendações de projeto ( $i$ )	Fases do ciclo de vida ( $j$ )				Estratégias DFE ( $k$ )	Pontuação ( $U$ )
	Produção	Distribuição	Utilização	Descarte		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$		
1	$w_{ij}$				$k_1$	$U_1$
2					$k_2$	$U_2$
...					...	...
...					...	...
$n$					$k_n$	$U_n$

Figura A.2. Estrutura da matriz de priorização das recomendações de projeto.

Quadro A.2. Pesos das Estratégias DFE para cada categoria de produto

Categorias de Produtos	Prioridade das Estratégias DFE	Pesos das Estratégias DFE
<b>Bens Consumíveis</b>	1º Minimizar Recursos e Processo	9
	2º Planejar <i>End-of-Life</i>	3
	3º Otimizar a Vida do Produto	1
<b>Bens de Uso Rápido</b>	1º Minimizar Recursos e Processos	9
	2º Planejar <i>End-of-Life</i>	3
	3º Otimizar a Vida do Produto	1
<b>Bens Multiuso Não Consumidores</b>	1º Otimizar a Vida do Produto	9
	2º Minimizar Recursos e Processos	3
	3º Planejar <i>End-of-Life</i>	1
<b>Bens Multiuso Consumidores</b>	1º Minimizar Recursos e Processos	9
	2º Otimizar a Vida do Produto	3
	3º Planejar <i>End-of-Life</i>	1

Para a condução da pesquisa foram selecionados três especialistas da área de desenvolvimento de produtos. Estes avaliaram dois aspectos para que a priorização das recomendações de projeto fossem calculadas: (i) o potencial dos impactos ambientais que os produtos podem causar ao longo das fases do ciclo de vida, para cada uma das quatro categorias de produtos; e, (ii) o grau de relacionamento existente entre as recomendações de projeto e as fases do ciclo de vida dos produtos. O documento de pesquisa submetido aos especialistas é apresentado ao final deste apêndice (Anexo A1).

A seguir o Quadro A.3 apresenta os resultados das avaliações dos especialistas quanto ao potencial dos impactos ambientais que as quatro categorias de produtos podem causar ao longo das fases do seu ciclo de vida. Na sequência os Quadros A.4, A.5, A.6 e A.7 apresentam, respectivamente, os resultados obtidos a partir da análise dos especialistas para as recomendações de projeto dos Bens Consumíveis, Bens de Uso Rápido, Bens Multiuso Não Consumidores e Bens Multiuso Consumidores. Os valores apresentados nas fases do ciclo de vida do produto são referentes as médias dos pesos atribuídos pelos especialistas.

Quadro A.3. Avaliação dos especialistas quanto ao potencial de impactos causados pelos produtos em cada fase do seu ciclo de vida

Categorias dos Produtos	Fases do ciclo de Vida									Especialistas
	Produção	Distribuição	Utilização		EOL			Descarte		
			Uso	Reparação / manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	
Bens Consumíveis	80	20	50	0	30	30	30	80	80	A
	20%	5%	13%	0%	8%	8%	8%	20%	20%	Valores % A
	70	20	30	10	20	20	20	90	90	B
	18,92%	5,41%	8,11%	2,70%	5,41%	5,41%	5,41%	24,32%	24,32%	Valores % B
	80	50	10	10	20	10	30	100	100	C
19,51%	12,20%	2,44%	2,44%	4,88%	2,44%	7,32%	24,39%	24,39%	Valores % C	
	<b>19,48%</b>	<b>7,53%</b>	<b>7,68%</b>	<b>1,71%</b>	<b>5,93%</b>	<b>5,11%</b>	<b>6,74%</b>	<b>22,90%</b>	<b>22,90%</b>	<b>Média dos valores %</b>
Bens de Uso Rápido	50	20	5	5	40	30	30	80	80	A
	14,71%	5,88%	1,47%	1,47%	11,76%	8,82%	8,82%	23,53%	23,53%	Valores % A
	70	20	30	10	30	30	50	100	100	B
	16%	5%	7%	2%	7%	7%	11%	23%	23%	Valores % B
	70	50	10	20	20	40	40	100	100	C
16%	11%	2%	4%	4%	9%	9%	22%	22%	Valores % C	
	<b>15,39%</b>	<b>7,18%</b>	<b>3,50%</b>	<b>2,73%</b>	<b>7,68%</b>	<b>8,18%</b>	<b>9,69%</b>	<b>22,83%</b>	<b>22,83%</b>	<b>Média dos valores %</b>
Bens Multiuso Não Consumidores	80	20	5	5	5	40	20	80	80	A
	23,88%	5,97%	1,49%	1,49%	1,49%	11,94%	5,97%	23,88%	23,88%	Valores % A
	70	30	20	20	50	50	40	80	80	B
	16%	7%	5%	5%	11%	11%	9%	18%	18%	Valores % B
	70	30	5	40	20	30	30	100	100	C
16%	7%	1%	9%	5%	7%	7%	24%	24%	Valores % C	
	<b>18,75%</b>	<b>6,62%</b>	<b>2,40%</b>	<b>5,15%</b>	<b>5,85%</b>	<b>10,12%</b>	<b>7,37%</b>	<b>21,86%</b>	<b>21,86%</b>	<b>Média dos valores %</b>
Bens Multiuso Consumidores	80	20	50	50	50	40	20	80	80	A
	17,02%	4,26%	10,64%	10,64%	10,64%	8,51%	4,26%	17,02%	17,02%	Valores % A
	70	40	100	50	50	50	70	100	100	B
	11,11%	6,35%	15,87%	7,94%	7,94%	7,94%	11,11%	15,87%	15,87%	Valores % B
	70	30	100	40	20	60	60	100	100	C
12,07%	5,17%	17,24%	6,90%	3,45%	10,34%	10,34%	17,24%	17,24%	Valores % C	
	<b>13,40%</b>	<b>5,26%</b>	<b>14,58%</b>	<b>8,49%</b>	<b>7,34%</b>	<b>8,93%</b>	<b>8,57%</b>	<b>16,71%</b>	<b>16,71%</b>	<b>Média dos valores %</b>

Quadro A.4. Matriz de priorização das recomendações de projeto para Bens Consumíveis

Estratégias DFE	Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	Pesos das Estratégias DFE para Bens Consumíveis	Pontuação dos Bens Consumíveis
Minimizar Recursos e Processos	Projetar as embalagens avaliando sua planificação para melhor aproveitamento de material.	9	7	0	0	0	0	7	5	5	9	45
	Evitar e/ou minimizar o uso de materiais adicionais (ex.: colas, rótulos e tintas utilizadas no processo de impressão).	9	2,33	0,33	1,66	5	3	9	7	7	9	56
	Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	9	5	2,33	2,33	2,33	0,66	9	9	9	9	65
	Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	9	2,33	1,66	3	3	3	9	3	3	9	40
	Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	9	2,33	3	5	5	5	5	3	3	9	41
	Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	7	0,33	2,33	2,33	2,33	0,66	2,33	1,66	1,66	9	24
	Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	9	1,66	0	0	0	1,66	0	0	0	9	18
	Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	7	0,66	5	1,66	1,66	1,66	9	9	9	9	61
	Analisar as características físicas e químicas dos produtos para a escolha dos materiais para a produção de embalagens.	7	3	3	1,66	1,66	1,66	7	7	7	9	51
	Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	9	0,33	5	3	3	1,66	9	9	9	9	65
	Projetar embalagem que mantenham a integridade e qualidade do produto em condições normais de transporte e armazenamento.	5	9	5	2,33	2,33	0	0	0	0	9	20
	Projetar o tamanho da embalagem correspondente à quantidade de produto.	7	7	7	0	0,66	0	5	5	5	9	46
	Projetar embalagem para facilitar o transporte, empilhamento, armazenamento e exposição do produto no ponto de venda.	5	9	1,66	0,66	0,33	0	0	0	0	9	16
	Evitar a sobreposição de embalagens.	7	3	1,66	0	0	0	5	5	5	9	39
	Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	5	9	7	1	1	1	1	0	0	9	21
	Projetar produtos mais leves e concentrados.	7	9	7	0,66	0,66	0,66	5	5	5	9	48
	Projetar embalagens econômicas (ex. embalagens tipo 'tamanho família').	5	3	7	0,66	0,66	0	3	5	5	9	39
	Projetar embalagens que facilitem o uso correto do produto (ex. embalagens/rótulos instruindo sobre a quantidade adequada de produto necessário para a realização de uma determinada ação).	7	0,33	9	0,33	1,66	0	0	0	0	9	20
Permitir ajustes de consumo variável às exigências de função.	5	0	9	0,66	0,66	0	0	0	0	9	15	

Estratégias DFE	Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	Pesos das Estratégias DFE para Bens Consumíveis	Pontuação dos Bens Consumíveis
Planejar <i>End-of-life</i>	Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	9	0	0,33	3	3	3	9	9	9	3	21
	Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	9	0	2,33	2,33	2,33	9	9	9	9	3	22
	Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	7	0,33	7	0	0	0	7	7	7	3	17
	Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	7	0	3	2,33	3	2,33	9	7	2,33	3	14
	Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	9	0	3	2,33	5	2,33	9	7	5	3	17
	Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	9	0	5	2,33	5	1,66	7	7	7	3	19
	Evitar o uso de materiais não biodegradáveis em produtos destinados a reciclagem orgânica e/ou descarte em aterro sanitário.	9	0	5	0,66	3	0	9	7	9	3	20
	Projetar estruturas que facilitem a redução do volume após o consumo.	9	1,66	5	0,66	0,66	0,66	1,66	5	5	3	14
Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	9	0	9	9	9	2,33	2,33	2,33	2,33	3	13	
Otimizar a Vida do Produto	Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	7	2,33	5	5	3	0,33	2,33	0	0	1	2
	Projetar embalagem como parte integrante do produto (ex.: em produtos alimentícios como bombons ou biscoitos, embalagens estruturais internas podem ser comestíveis).	9	2,33	7	2,33	2,33	0	2,33	7	7	1	6
	Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	9	0,33	7	5	5	1,66	9	9	9	1	8

Quadro A.5. Matriz de priorização das recomendações de projeto para Bens de Uso Rápido

Estratégias DFE	Recomendações de Projeto para Bens de Uso Rápido	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	Peso das Estratégias DFE para Bens de Uso Rápido	Pontuação dos Bens de Uso Rápido
Minimizar Recursos e Processos	Evitar e/ou minimizar o uso de materiais adicionais (ex.: colas, rótulos e tintas utilizadas no processo de impressão).	9	2,33	0,33	1,66	5	3	9	7	7	9	57
	Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	9	5	3	2,33	2,33	0,66	9	9	9	9	64
	Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	9	2,33	1,66	3	3	3	9	3	3	9	40
	Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	9	2,33	3	5	5	5	5	3	3	9	40
	Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	7	0,33	5	2,33	2,33	0,66	3	1,66	1,66	9	24
	Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	9	1,66	0	0	0	1,66	0	0	0	9	15
	Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	7	0,66	5	1	1	1	9	9	9	9	58
	Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	9	0,33	5	3	3	1,66	9	9	9	9	63
	Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	5	9	7	1	1	1	1	0	0	9	17
	Projetar produtos mais leves e concentrados.	7	9	7	0,66	0,66	0,66	5	5	5	9	44
	Projetar embalagens econômicas (ex. embalagens tipo 'tamanho família').	5	5	7	0	0	0	3	3	3	9	27

Estratégias DFE	Recomendações de Projeto para Bens de Uso Rápido	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	Peso das Estratégias DFE para Bens de Uso Rápido	Pontuação dos Bens de Uso Rápido
Planejar <i>End-of-life</i>	Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	9	0	1	3	5	3	9	9	9	3	21
	Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	9	0	2,33	2,33	2,33	9	9	9	9	3	22
	Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	7	0	7	0	0	0	7	7	7	3	16
	Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	7	0	3	2,33	3	2,33	9	7	2,33	3	14
	Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	9	0	3	2,33	2,33	2,33	9	7	7	3	18
	Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	9	0	5	3	5	2,33	7	7	7	3	18
	Evitar o uso de materiais não biodegradáveis em produtos destinados a reciclagem orgânica e/ou descarte em aterro sanitário.	9	0	5	0,66	1,66	0	9	7	9	3	19
	Projetar estruturas que facilitem a redução do volume após o consumo.	9	1,66	5	0,66	0,66	0,66	3	5	5	3	13
	Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	9	0	9	9	9	0,33	3	3	3	3	13
Otimizar a Vida do Produto	Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	9	0	7	3	3	1,66	9	9	9	1	7
	Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	7	1,66	5	2,33	1,66	2,33	5	1,66	1,66	1	3
	Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto.	7	0,66	5	7	7	1	5	3	3	1	4



Quadro A.6. Matriz de priorização das recomendações de projeto para Bens Multiuso Não Consumidores

Estratégias DFE	Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	Peso das Estratégias DFE para Bens Multiuso Não Consumidores	Pontuação dos Bens Multiuso Não Consumidores
Otimizar a Vida do Produto	Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	9	0,33	9	7	7	7	7	5	5	9	55
	Projetar características estéticas atemporais.	2,33	0,33	9	9	9	5	3	0	0	9	22
	Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	7	1	7	7	7	7	5	0	0	9	31
	Evitar ligações/junções frágeis (aumentar resistência de partes sujeitas a avarias e rupturas).	7	3	9	9	9	9	2,33	0	0	9	34
	Sinalizar ou proteger áreas de risco ao usuário.	7	1	9	7	7	7	1,66	1	1	9	33
	Evitar cantos vivos e arestas afiadas.	7	3	9	7	7	5	2,33	2,33	2,33	9	38
	Projetar produtos modulares e reconfiguráveis (adaptação a diversos ambientes e tipos de usuário).	7	1,66	9	5	7	5	0	0	0	9	25
	Facilitar o acesso e a remoção de partes que necessitam de manutenção periódica (ex. limpeza, lubrificação, etc.).	9	0	9	9	7	7	0	0	0	9	31
	Projetar junto ao produto instruções e/ou instrumentos para a manutenção e montagem.	9	0,66	9	9	7	7	0	0	0	9	32
	Projetar para reduzir as operações de manutenção e reparo.	9	0	7	9	5	5	0,66	0	0	9	29
	Projetar partes e/ou componentes para família de produtos.	9	3	7	7	7	7	0	0	0	9	32
	Projetar produtos prevendo o fornecimento de serviços.	7	5	9	9	7	7	0	0	0	9	31
	Projetar produtos de uso compartilhado e/ou coletivo.	7	3	9	7	9	5	0	0	0	9	28
	Projetar produtos multifuncionais e/ou com funções integradas.	5	1,66	9	7	9	5	0	0	0	9	24
	Facilitar o acesso e a remoção de partes e componentes que podem ser reutilizados e/ou remanufaturados.	9	1,66	2,33	9	9	9	1	0	0	9	34
	Projetar partes e/ou componentes padronizados, intercambiáveis e/ou modulares.	9	1,66	9	9	9	9	0	0	0	9	35
	Projetar prevendo um segundo uso (reuso).	5	1,66	9	9	9	9	0	0	0	9	28
	Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto.	7	1,66	9	9	9	9	1	1	1	9	36

Estratégias DFE	Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	Peso das Estratégias DFE para Bens Multiuso Não Consumidores	Pontuação dos Bens Multiuso Não Consumidores
Minimizar Recursos e Processos	Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	7	3	5	5	5	5	7	7	9	3	20
	Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	7	1,66	1,66	1,66	1,66	5	9	7	3	3	15
	Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	9	3	3	7	7	7	7	5	1	3	16
	Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	9	0,33	5	3	3	7	3	0,33	0,33	3	10
	Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	9	0	0	0,33	0,33	5	0,66	0	0	3	7
	Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	7	0,66	0,66	2,33	3	7	9	9	9	3	21
	Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	9	0,66	9	9	9	9	9	9	9	3	25
	Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	7	9	7	2,33	2,33	2,33	3	0	0	3	8
	Projetar produtos mais leves e concentrados.	7	9	7	1,66	0,66	0,66	5	5	5	3	14
	Analisar requisitos ergonômicos do público-alvo para garantir uma maior abrangência de usuários.	5	1,66	9	3	7	7	1	0	0	3	8
Minimizar o peso dos produtos móveis.	7	9	9	3	3	3	3	3	3	3	13	
Planejar End-of-life	Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	9	0	2,33	7	7	7	9	7	7	1	7
	Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	5	0	0,66	2,33	3	7	9	7	7	1	6
	Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	5	0	9	0	0	0	9	7	9	1	5
	Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	3	0	3	3	5	9	9	7	2,33	1	5
	Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	9	0	3	5	5	9	9	7	3	1	6
	Projetar as partes estruturais separáveis das partes de acabamento.	9	0	2,33	9	9	9	9	7	7	1	7
	Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	9	0	5	5	5	5	9	9	9	1	7
Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	9	0	9	9	9	7	7	7	7	1	7	

Quadro A.7. Matriz de priorização das recomendações de projeto para Bens Multiuso Consumidores

Estratégias DFE	Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Consumidores	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	Peso das Estratégias DFE para Bens Multiuso Consumidores	Pontuação dos Bens Multiuso Consumidores
Minimizar Recursos e Processos	Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	7	3	5	5	5	7	9	9	9	9	63
	Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	7	1,66	1,66	1,66	1,66	5	9	7	5	9	43
	Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	9	3	3	9	7	9	9	2,33	1	9	47
	Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	9	0,33	9	7	5	5	5	0,33	0,33	9	40
	Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	9	3	0	5	2,33	7	0,66	0	0	9	24
	Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	7	0,66	1	5	1	7	9	9	9	9	54
	Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	9	0,66	9	9	9	9	9	9	9	9	77
	Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	7	9	7	2,33	3	5	3	0	0	9	32
	Projetar produtos mais leves e concentrados.	7	9	7	1,66	5	5	5	3	3	9	43
	Analisar requisitos ergonômicos do público-alvo para garantir uma maior abrangência de usuários.	5	2,33	9	3	9	9	1	0	0	9	35
	Permitir ajustes de consumo variável às exigências de função.	7	0	9	5	9	3	0	0	0	9	32
	Incorporar mecanismos programáveis para desligamento automático.	7	0	9	5	9	0,33	0	0	0	9	30
	Projetar sistemas de consumo passivo de recursos.	7	0	9	5	9	0,33	0	0	0	9	30
	Usar sistemas de transmissão de energia de alta eficiência.	9	0	7	5	7	0,33	0	0	0	9	29
	Facilitar a economia de energia e/ou materiais durante o uso.	9	0	9	3	9	0	0	0	0	9	31
	Projetar produtos com fonte energética própria e/ou adaptáveis a fontes energéticas alternativas (ex.: solar, mecânica).	7	0	7	5	7	3	0	0	0	9	28
Minimizar o peso dos produtos móveis.	9	9	9	5	9	5	0	0	0	9	41	

Estratégias DFE	Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Consumidores	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	Peso das Estratégias DFE para Bens Multiuso Consumidores	Pontuação dos Bens Multiuso Consumidores
Otimizar a Vida do Produto	Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	9	0,33	9	9	9	9	7	5	5	3	21
	Projetar características estéticas atemporais.	2,33	0,33	9	9	9	9	1	0	0	3	12
	Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	9	1	9	9	9	9	9	0	0	3	17
	Evitar ligações/junções frágeis (aumentar resistência de partes sujeitas a avarias e rupturas).	9	3	9	9	9	9	2,33	0	0	3	15
	Sinalizar ou proteger áreas de risco ao usuário.	7	1	9	9	9	9	1,66	1	1	3	15
	Evitar cantos vivos e arestas afiadas.	9	3	9	9	9	9	2,33	2,33	2,33	3	18
	Projetar para a atualização de <i>softwares</i> e <i>hardwares</i> .	7	1,66	9	9	9	9	1	0	0	3	14
	Projetar produtos modulares e reconfiguráveis (adaptação a diversos ambientes e tipos de usuário).	7	1,66	9	7	9	9	0	0	0	3	13
	Projetar produtos interativos com outros sistemas digitais (ex.: acesso remoto, internet, bluetooth).	7	1,66	9	9	9	7	0	0	0	3	13
	Facilitar o acesso e a remoção de partes que necessitam de manutenção periódica (ex. limpeza, lubrificação, etc.).	9	0	9	9	9	7	1	0	0	3	14
	Projetar junto ao produto instruções e/ou instrumentos para a manutenção e montagem.	9	0,66	9	9	9	7	0	0	0	3	14
	Projetar para reduzir as operações de manutenção e reparo.	9	0	9	9	9	7	0	0	0	3	14
	Projetar partes e/ou componentes para família de produtos.	9	3	9	9	9	7	0	0	0	3	14
	Prover sistemas de diagnóstico e/ou autodiagnóstico (de partes físicas e/ou digitais) para manutenção e reparo.	7	0,66	7	9	7	3	0	0	0	3	11
	Projetar produtos prevendo o fornecimento de serviços.	7	5	9	9	9	9	0	0	0	3	14
	Projetar produtos de uso compartilhado e/ou coletivo.	7	3	9	7	9	5	0	0	0	3	12
	Projetar produtos multifuncionais e/ou com funções integradas.	5	1,66	9	7	9	5	0	0	0	3	11
	Facilitar o acesso e a remoção de partes e componentes que podem ser reutilizados e/ou remanufaturados.	9	1,66	2,33	9	9	9	1	0	0	3	12
	Projetar partes e/ou componentes padronizados, intercambiáveis e/ou modulares.	9	1,66	9	9	9	9	0	0	0	3	15
	Projetar prevendo um segundo uso (reuso).	5	1,66	9	9	9	9	0	0	0	3	13
Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto.	7	1,66	9	9	9	9	1	1	1	3	15	

Estratégias DFE	Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Consumidores	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário	Peso das Estratégias DFE para Bens Multiuso Consumidores	Pontuação dos Bens Multiuso Consumidores
Planejar <i>End-of-life</i>	Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	9	0	2,33	9	9	9	9	9	9	1	<b>8</b>
	Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	5	0	0,66	7	3	7	9	7	7	1	<b>5</b>
	Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	5	0	9	5	5	5	9	9	9	1	<b>7</b>
	Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	3	0	3	5	5	9	9	7	2,33	1	<b>5</b>
	Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	9	0	5	7	7	9	9	9	3	1	<b>7</b>
	Projetar as partes estruturais separáveis das partes de acabamento.	9	0	2,33	9	9	9	9	7	7	1	<b>7</b>
	Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	9	0	5	5	5	5	9	9	9	1	<b>7</b>
	Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	9	0	9	9	9	7	7	7	7	1	<b>8</b>

## ANEXO A1 – PESQUISA COM ESPECIALISTAS

### Apresentação

A pesquisa a seguir faz parte de uma das etapas de desenvolvimento do projeto de tese intitulado ‘Modelo de referência para Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade’. O objetivo desta pesquisa é avaliar e quantificar um conjunto de Recomendações de Projeto quanto ao grau de relacionamento com as fases do ciclo de vida do produto.

Dados do Especialista Avaliador	
(os dados abaixo serão utilizados apenas para controle do pesquisador. As informações pessoais aqui preenchidas não serão divulgadas)	
Nome:	
Área de Atuação Profissional:	
Tempo de Experiência: ( ) anos no meio acadêmico ( ) anos no meio industrial	
Outras observações que considerar relevante:	

1ª ETAPA – Pontuação quanto ao potencial de Impactos Ambientais
<p><b>A partir das características das Categorias de Produtos apresentadas a seguir, como você atribui a intensidade dos potenciais impactos ambientais que podem ocorrer ao longo das etapas do seu ciclo de vida?</b></p> <p>Preencha os quadros para cada fase do ciclo de vida dos produtos atribuindo uma pontuação entre 0 (zero) e 100 (cem), onde:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">100</div> </div> <p style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span><b>Não provoca</b></span> <span><b>Pode provocar</b></span> </p>

CATEGORIAS DE PRODUTOS								
<b>Bens Consumíveis:</b> Produtos que são consumidos ao longo de sua utilização. Normalmente, após seu consumo, deixam como resíduo apenas a sua embalagem. Exemplos: Produtos alimentícios, de limpeza, higiene, beleza, pesticidas, tintas, pilhas, canetas, medicamentos, etc.								
Produção	Distribuição	Utilização		EOL			Descarte	
		Uso	Reparação / manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário

<b>Bens de Uso Rápido:</b> Produtos de único consumo ou consumo rápido, normalmente de uso individual. Exemplos: Materiais impressos (jornais, revistas, folders publicitários), escova de dente, hastes flexíveis, fraldas descartáveis, esponjas para louças, artigos descartáveis (copos, pratos e talheres de plástico), etc.								
Produção	Distribuição	Utilização		EOL			Descarte	
		Uso	Reparação / manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário

**Bens Multiuso Não Consumidores:** Produtos duráveis que consomem pouca ou nenhuma energia/ recursos durante o seu uso. São, normalmente, de uso coletivo ou compartilhado, e projetado para grupos de consumidores. Exemplos: Objetos de utilidade doméstica, mobiliário em geral, produtos decorativos, artigos esportivos (bicicleta, patins, bola, raquete), vestuário (cama, mesa, banho), etc.

Produção	Distribuição	Utilização		EOL			Descarte	
		Uso	Reparação / manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário

**Bens Multiuso Consumidores:** Produtos duráveis que consomem energia/ recursos durante o seu uso. São, normalmente, de uso coletivo ou compartilhado e projetado pra grupos de consumidores. Exemplos: Eletroeletrônicos, eletrodomésticos, linha branca, veículos em geral, etc.

Produção	Distribuição	Utilização		EOL			Descarte	
		Uso	Reparação / manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário

**2ª ETAPA – Pontuação quanto ao grau de relacionamento das  
Recomendações de Projeto x Fases do Ciclo de Vida**

**Como você avalia a relação existente entre as Recomendações de Projeto abaixo apresentadas e as Fases do Ciclo de Vida do produto?**

Preencha a tabela utilizando a seguinte escala:

**0 – não existe relação entre a Recomendação de Projeto e a Fase do Ciclo de Vida**  
(neste caso o campo pode ser deixado em branco)

**9 – máxima relação existente entre a Recomendação de Projeto e a Fase do Ciclo de Vida**

Recomendações de Projeto	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário
Projetar as embalagens avaliando sua planificação para melhor aproveitamento de material.									
Evitar e/ou minimizar o uso de materiais adicionais (ex.: colas, rótulos e tintas utilizadas no processo de impressão).									
Minimizar a quantidade de material (ex. evitar dimensionamento excessivo; minimizar a espessura das partes/componentes; desmaterializar o produto, como por exemplo com o uso de partes ocas, texturas, etc.).									
Minimizar o uso de diferentes tipos de material.									
Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).									
Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos,									

Recomendações de Projeto	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário
sistemas de simulação computadorizados).									
Projetar para formas de produção de baixo consumo energético.									
Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.									
Analisar as características físicas e químicas dos produtos para a escolha dos materiais para a produção de embalagens.									
Analisar o tempo estimado da vida útil do produto e o seu ciclo de vida completo para a escolha dos materiais (ex. em alguns casos processos de maior impacto na extração possibilitaram um menor impacto nas ações de descarte, ou vice-versa).									
Evitar materiais e aditivos que possam causar qualquer tipo de dano ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.									
Projetar para emitir a menor quantidade possível de resíduos em situações onde emissões tóxicas não possam ser evitadas.									
Projetar produtos com fonte energética própria e/ou adaptáveis a fontes energéticas alternativas (ex.: solar, mecânica).									
Utilizar materiais para a composição dos produtos compatíveis com a sua expectativa de vida útil.									
Projetar características estéticas atemporais.									
Facilitar a desmontagem e separação completa dos materiais (ex. evitar combinações de materiais que impossibilitem o e/ou dificultem seu processo de separação e a reciclagem do produto).									
Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.									
Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.									
Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.									
Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.									
Projetar embalagem que mantenham a integridade e qualidade do produto em condições normais de transporte e armazenamento.									
Projetar o tamanho da embalagem correspondente à quantidade de produto.									
Projetar embalagem para facilitar o transporte, o empilhamento e a exposição do produto no ponto de venda.									
Evitar a sobreposição de embalagens.									
Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.									
Projetar produtos mais leves e concentrados.									
Projetar embalagens econômicas (ex. embalagens tipo 'tamanho família').									
Analisar requisitos ergonômicos do público-alvo para garantir uma maior abrangência de usuários.									



Recomendações de Projeto	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário
Projetar embalagens que facilitem o uso correto do produto (ex. embalagens/rótulos instruindo sobre a quantidade adequada de produto necessário para a realização de uma determinada ação).									
Permitir ajustes de consumo variável às exigências de função.									
Incorporar mecanismos programáveis para desligamento automático.									
Projetar sistemas de consumo passivo de recursos.									
Usar sistemas de transmissão de energia de alta eficiência.									
Facilitar a economia de energia e materiais durante o uso.									
Minimizar o peso dos produtos móveis.									
Projetar para a limpeza e/ou substituição de partes, facilitando o acesso, a desmontagem e a remontagem.									
Projetar para a atualização de <i>softwares</i> e <i>hardwares</i> .									
Simplificar os projetos evitando configurações complexas.									
Evitar ligações/junções frágeis.									
Sinalizar ou proteger áreas de risco ao usuário.									
Evitar cantos vivos e arestas afiadas.									
Incrementar a resistência de partes sujeitas a avarias e rupturas.									
Facilitar a substituição de partes para a atualização.									
Projetar produtos modulares e reconfiguráveis para adaptação a diversos ambientes e tipos de usuário.									
Projetar produtos prevendo atualizações digitais.									
Projetar produtos interativos com outros sistemas digitais (ex.: acesso via internet através de outros aparelhos).									
Facilitar o acesso e a remoção de partes que necessitam de manutenção periódica.									
Facilitar o acesso a partes que devem ser limpas, evitando espaços e orifícios estreitos.									
Projetar para que a manutenção possa ser realizada no local de uso e/ou pelo usuário.									
Projetar junto ao produto instruções e/ou instrumentos para a manutenção/montagem.									
Projetar para reduzir as operações de manutenção e reparo.									
Padronizar partes e/ou componentes para família de produtos.									
Prover sistemas de diagnóstico e/ou autodiagnóstico de partes (físicas e/ou digitais) para manutenção e reparo.									
Facilitar o acesso e a remoção de partes e componentes que podem ser reutilizados e/ou remanufaturados.									
Projetar partes e/ou componentes intercambiáveis e modulares.									
Projetar partes e/ou componentes padronizados.									
Projetar prevendo um segundo uso.									
Projetar embalagem como parte integrante do produto (ex.: em									

Recomendações de Projeto	Produção	Distribuição	Uso	Reparação/ manutenção	Reutilização	Remanufatura	Reciclagem	Incineração	Aterro Sanitário
produtos alimentícios como bombons ou biscoitos, embalagens estruturais internas podem ser comestíveis).									
Projetar para a ampliação do tempo de vida útil do produto através de sistemas que permitam a reutilização de partes (ex.: barbeadores que suportam a troca das lâminas).									
Projetar produtos prevendo o fornecimento de serviços.									
Projetar produtos de uso compartilhado e/ou coletivo.									
Projetar produtos multifuncionais e/ou com funções integradas.									
Planejar a substituição de partes do produto.									
Projetar as partes estruturais separáveis das partes de acabamento.									
Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de efeito cascata (quanto mais inferior for a qualidade do material, mais inferior será a qualidade física do produto).									
Evitar o uso de materiais não biodegradáveis em produtos destinados a reciclagem orgânica.									
Projetar estruturas que facilitem a redução do volume após o consumo.									
Projetar considerando o processo de limpeza realizado pelo usuário visando garantir a extensão da vida útil do produto.									

## APÊNDICE B - PERFIL DO GRUPO DE ESPECIALISTAS I

Quadro B.1. Perfil dos participantes do Experimento\* (grupo de Especialistas I)

Participante	Idade	Principal Atividade	Tempo de experiência	Formação acadêmica	Tempo de formação	Mestrado	Experiência como professor no meio acadêmico	Disciplinas lecionadas	Empresa(s) onde trabalhou com desenvolvimento de produtos	Sua atividade nessa(s) empresa(s)	Tempo da experiência de trabalho
1	39	Professor do ensino superior	15 anos	Eng. Civil, Eng. de Produção e Eng. Mecânica	17 anos	PPGEPS - PUCPR	Senai, Faculdade da Indústria - Faculdade de Tecnologia Senai Cic, Ensitec, e PUCPR	Desenho técnico, elementos de máquina, projetos mecânicos, planejamento e controle de produção, planejamento estratégico, gestão da produção, CAD, projetos de automação industrial.	Designeria e Senai	Diretor de Projetos e Gerente de Projetos.	10 anos
2	33	Professor do ensino superior	10 anos	Ciências Econômicas	12 anos	Organizações e Desenvolvimento - FAE	Unibrasil e Opet	Fundamentos de economia, Governança Corporativa e Mercado de Capitais, Conjuntura Econômica Contemporânea, Matemática Financeira e Estatística	-	-	-
3	24	Desenvolvimento de Produtos	6 anos	Engenharia de Produção	NI	Em curso	-	-	Institutos LACTEC, Associação Paranaense de Cultura - APC, e NHS-Energia do Seu Jeito.	Projetista Mecânico, Desenvolvimento de Produtos, e Desenvolvimento de <i>Software</i> .	6 anos
4	33	Professor do ensino superior	10 anos	Engenharia de Produção	10 anos	PPGEM - UTFPR	Sociesc, Estácio e Universidade Positivo	Eng. de Produto, PCP, Eng. de Métodos, Gerência de Projetos, Projeto de Fábrica e Layout, e Desenho Técnico	WEG, Electrolux e New Holland	Engenheiro de Produto e Processos	9 anos
5	23	Marketing	1,5 anos	Engenharia de Produção	1 ano	Em curso	-	-	Grupo Boticário	P&D e Marketing.	3 anos
6	37	Enfermeira	15 anos	Enfermagem	15 anos	Em curso	-	-	-	-	-

*continua...*

Quadro B.1. Perfil dos participantes do Experimento\* (grupo de Especialistas I)

Participante	Idade	Principal Atividade	Tempo de experiência	Formação acadêmica	Tempo de formação	Mestrado	Experiência como professor no meio acadêmico	Disciplinas lecionadas	Empresa(s) onde trabalhou com desenvolvimento de produtos	Sua atividade nessa(s) empresa(s)	Tempo da experiência de trabalho
7	53	Tecnologia da informação	30 anos	Engenharia Civil	31 anos	Em curso	PUCPR	Linguagens algorítmicas	Aker Solutions do Brasil	NI	2 anos
8	26	Professor do ensino superior	2,5 anos	Desenho Industrial - Projeto do Produto	5 anos	PPGEPS - PUCPR	PUCPR	Ergonomia/Fatores Humanos, Usabilidade, Interação Humano-Computador, e Projeto	Electrolux	Testes e Avaliações de Usabilidade e Ergonomia	3 anos
9	26	Estudante (doutorado)	3 anos	Engenharia de produção	NI	PPGEPS - PUCPR	-	-	-	-	-
10	58	Engenheira de projetos	35 anos	Engenharia Elétrica	35 anos	PPGPES - PUCPR	PUCPR, Universidade Positivo, Unigrande e Sociesc	Administração da produção, Gestão do conhecimento, Gestão da informação, Planejamento e controle da produção, e Tecnologia da informação	-	-	-
11	27	Área da saúde	5 anos	Terapia Ocupacional	5 anos	Em curso	-	-	-	-	-
12	23	Engenharia de Processos	1 ano	Engenharia de Produção	1 ano	Em curso	-	-	-	-	-
13	24	Desenvolvimento de Produtos	1,5 anos	Desenho Industrial - Projeto do Produto	4 anos	Em curso	-	-	Replica Maquetes e Protótipos, e Bob Frog Uniformes	Estagiaria e Auxiliar de Marketing.	2 anos
14	41	Desenvolvimento de sistemas para automação industrial	12 anos	Sistemas de Informação	13 anos	Em curso	-	-	Tomasoni Indústria de Máquinas Ltda., e Startup-up Solution Provider	Projetos eletrônicos e desenvolvimento de software para automação de máquinas e processos.	12 anos
15	26	Estudante (mestrado)	NI	Engenharia de Produção - Habilitação Mecânica	5 anos	Em curso	-	-	-	-	-

continua...

Quadro B.1. Perfil dos participantes do Experimento\* (grupo de Especialistas I)

Participante	Idade	Principal Atividade	Tempo de experiência	Formação acadêmica	Tempo de formação	Mestrado	Experiência como professor no meio acadêmico	Disciplinas lecionadas	Empresa(s) onde trabalhou com desenvolvimento de produtos	Sua atividade nessa(s) empresa(s)	Tempo da experiência de trabalho
16	32	Engenharia Elétrica	4 anos	Engenharia Elétrica	4 anos	Em curso	-	-	Beeside	CEO	2 anos
17	37	Design Gráfico, Design Sustentável e Gestão de Design	15 anos	Tecnologia em Artes Gráficas	12 anos	PPGDesign - UFPR	UTFPR, SENAI e Universidade Positivo	Projeto de Sistemas Visuais, Fundamentos do Projeto Gráfico, Fotografia, Desenho Básico e Técnico, Produção Gráfica, e Criatividade	-	-	-
18	28	Engenharia automotiva	2 anos	Engenharia de Controle e Automação	2 anos	Em curso	-	-	Astral Científica, e Renault	Desenvolvimento de produtos, calibração e validação de motores.	2 anos
19	29	Geoinformação	4 anos	Cursos de estratégia, logística e geoinformação	2 anos	PPGEPS - PUCPR e Geoinformação FRA-UAS)	-	-	-	-	-
20	45	Desenvolvimento de Produtos	20 anos	Engenharia Mecânica	20 anos	PPGEPS - PUCPR	UTFPR, PUCPR e Universidade Positivo	Mecânica Geral, Elementos de Máquinas, Desenho Técnico, Metodologia de Projetos, e Projeto de Produto	Electrolux, Siemens, e Aker Kvaerner (Kamyr)	Desenvolvimento de Produtos	20 anos
21	24	Estudante (mestrado)	NI	Engenharia de Produção	5 anos	Em curso	-	-	-	-	-
22	30	Professor do ensino técnico, superior e pós-graduação	9 anos	Administração em Comércio Exterior	10 anos	Administração - UNIMEP	SENAI, Fafiman e UniCesumar	Disciplinas relacionadas à Comércio Exterior e Logística	Pennacchi	Atendimento às Adequações para adaptação de produtos para outros países.	4 anos

continua...

Quadro B.1. Perfil dos participantes do Experimento\* (grupo de Especialistas I)

Participante	Idade	Principal Atividade	Tempo de experiência	Formação acadêmica	Tempo de formação	Mestrado	Experiência como professor no meio acadêmico	Disciplinas lecionadas	Empresa(s) onde trabalhou com desenvolvimento de produtos	Sua atividade nessa(s) empresa(s)	Tempo da experiência de trabalho
23	32	Professor do ensino superior	5 anos	Engenharia de Produção	10 anos	Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP	UEM e UTFPR	Planejamento e Controle da Produção, Engenharia da Qualidade, Gestão da Inovação, Tempos e Métodos, e Logística	-	-	-
24	30	Projetista	10 anos	Desenho Industrial – Projeto do Produto	2 anos	Em curso	-	-	-	-	-
25	22	Estudante (aluno especial do mestrado)	NI	Engenharia de Produção	Não concluído	Em curso	-	-	-	-	-
26	19	Estudante (aluno especial do mestrado)	NI	Engenharia de Produção	Não concluído	Em curso	-	-	-	-	-
27	25	Engenheiro eletrônico	1,5 anos	Engenharia de Controle e Automação	1,5 anos	Em curso	-	-	Projeto de pesquisa na empresa NHS em conjunto com a PUCPR para o desenvolvimento de um inversor solar híbrido.	Adequar o <i>hardware</i> de um nobreak e desenvolver a programação para que funcione como inversor solar.	2 anos
28	36	Técnico administrativo	6 anos	Estatística	4 anos	Em curso	-	-	-	-	-
29	26	Desenvolvimento de Produtos	3 anos	Engenharia de Produção	NI	Em curso	-	-	-	-	-

\* Quatro participantes do Experimento não responderam o questionário. NI: não informado.

## APÊNDICE C - BRIEFINGS DE PROJETO

Quadro C.1. Briefing de Projeto I

Especificações do Projeto I	
<b>Título do projeto</b>	Filtro de água.
<b>Descrição do projeto</b>	Produto para filtrar / purificar água. É necessário o desenvolvimento completo do projeto, incluindo a base (recipiente) para armazenamento da água, o elemento filtrante / purificador e suas respectivas embalagens.
<b>Perfil do público-alvo</b>	Uso residencial para famílias a partir de 4 integrantes (pais e filhos). Famílias com pouco acesso a água potável (fornecida pelo sistema público) e pouco ou nenhum acesso à energia elétrica, com baixo índice de escolaridade, renda de até 2 salários mínimos, localizadas em todas as regiões do Brasil (rural e urbano). Além dos chefes de família, empresas e ONG's podem ser consideradas consumidores em potencial (para doação do produto em comunidades carentes).
<b>Mercado-alvo</b>	Marketing de massa (ampla cobertura do mercado consumidor).
<b>Faixa de preço</b>	Até 80 reais.
<b>Necessidades e desejos identificados</b>	Produto durável, com pouca complexidade, baixo de custo de aquisição e manutenção facilitada. Necessidade diária de produção de pelo menos 1,5 litros de água por pessoa (ideal são 2 litros por pessoa). Fornecimento de água contínuo com capacidade para retirar pelo menos 2 litros de água potável instantaneamente. Possibilidade de uso sem energia elétrica.

Quadro C.2. Briefing de Projeto II

Especificações do Projeto II	
<b>Título do projeto</b>	Purificador de água.
<b>Descrição do projeto</b>	Produto para filtrar / purificar água. É necessário o desenvolvimento completo do projeto, incluindo a base (recipiente) para armazenamento da água, o elemento filtrante / purificador e suas respectivas embalagens.
<b>Perfil do público-alvo</b>	Uso residencial para solteiros e famílias de até 4 integrantes (pais e filhos). Pessoas com acesso a água potável distribuída pelo sistema público, com nível de escolaridade mais alto (3º grau), renda entre 2 e 8 mil reais, localizadas em todas as regiões urbanas do Brasil.
<b>Mercado-alvo</b>	Marketing de massa (ampla cobertura do mercado consumidor).
<b>Faixa de preço</b>	Até 500 reais.
<b>Necessidades e desejos identificados</b>	Produto durável, com manutenção facilitada, que ofereça além de água potável outros benefícios (ex. água gelada, água quente, água com minerais adicionados, água com ozônio, água com gás, etc.). Necessidade diária de produção de pelo menos 1,5 litros de água por pessoa (ideal são 2 litros por pessoa). Fornecimento de água contínuo com capacidade para retirar pelo menos 2 litros de água potável instantaneamente.





## APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MODELO SUBMETIDO AO GRUPO DE ESPECIALISTAS I

### Avaliação do Modelo Processo de Design orientado à Sustentabilidade

O objetivo desta avaliação é obter a opinião técnica dos usuários sobre os aspectos relacionados às atividades desenvolvidas ao longo do modelo Processo de *Design* Orientado à Sustentabilidade. As questões apresentadas devem ser respondidas a partir da seleção de uma das alternativas (múltipla escolha). Os avaliadores também são convidados a comentar cada uma das questões e apresentar sua percepção geral sobre o modelo e os assuntos abordados ao final da pesquisa. As informações obtidas neste questionário serão utilizadas única e exclusivamente para a revisão do modelo encaminhado para a avaliação. Os dados pessoais dos avaliadores são apenas para controle do pesquisador e não serão divulgados.

#### Dados do Avaliador

1. Nome:
2. Idade:
3. Principal atividade (área de atuação):
4. Tempo de experiência (na principal atividade):
5. Graduação (nome do curso):
6. Tempo de formação (graduação):
  
7. Você já possui Mestrado?
  - Não
  - Sim. Em que programa de pós-graduação você estudou?
  
8. Você já possui Doutorado?
  - Não
  - Sim. Em que programa de pós-graduação você estudou?
  
9. Você tem alguma experiência como professor(a) no meio acadêmico?
  - Sim
  - Não

*Se sim está selecionado:*

  - 9.1. Você tem alguma experiência como professor (a) no meio acadêmico?
  - 9.2. Em que instituições de ensino você trabalha ou já trabalhou?
  - 9.3. Quais disciplinas você lecionou?
  - 9.4. Quanto tempo durou a sua experiência como professor?
  
10. Você tem alguma experiência de trabalho que envolva o desenvolvimento de produtos?
  - Sim
  - Não

*Se sim está selecionado:*

- 10.1. Em que empresa(s) você trabalhou?
- 10.2. Qual era a sua atividade nessa(s) empresa(s)?
- 10.3. Por quanto tempo você trabalhou nessa(s) atividade(s)?

### **Avaliação do Modelo**

11. Quanto ao conteúdo, você considera que o modelo abrange as principais atividades necessárias o processo de desenvolvimento de produtos?
  - Não abrange
  - Abrange pouco
  - Abrange parcialmente
  - Abrange quase totalmente
  - Abrange totalmente
  - Não sabe / Não opina
  - 11.1. Comentários: O que você considera que poderia ser modificado ou acrescentado às atividades propostas no modelo?
  
12. Quanto à sustentabilidade, como você avalia o desempenho das atividades propostas em relação ao desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.
  - Terrível
  - Fraco
  - Média
  - Bom
  - Excelente
  - Não sabe / Não opina
  - 12.1. Comentários:
  
13. Quanto à utilização, como você avalia a aplicação do modelo nas atividades diárias das empresas.
  - Não aplicável
  - Pouco aplicável
  - Parcialmente aplicável
  - Muito aplicável
  - Totalmente
  - Não sabe / Não opina
  - 13.1. Comentários:
  
14. Quanto à utilização, como você avalia a aplicação do modelo para o ensino em sala de aula.
  - Inapropriado
  - Parcialmente inadequado
  - Nem adequado nem inadequado
  - Parcialmente adequado
  - Adequado
  - Não sabe / Não opina
  - 14.1. Comentários:

15. Quanto à estrutura, como você avalia a apresentação gráfica do modelo (considere apenas as figuras, sem o documento textual explicativo)?
- Terrível
  - Fraco
  - Média
  - Bom
  - Excelente
  - Não sabe / Não opina
- 15.1. Comentários: O que você considera que poderia ser melhorado?
16. Quanto à estrutura, como você avalia a identificação dos responsáveis pelo desenvolvimento das atividades ao longo do modelo?
- Terrível
  - Fraco
  - Média
  - Bom
  - Excelente
  - Não sabe / Não opina
- 16.1. Comentários: O que você considera que poderia ser melhorado?
17. Quanto à compreensão textual, como você avalia a clareza das atividades propostas (considere todo o conteúdo de apresentação do modelo — textos + figuras).
- Terrível
  - Fraco
  - Média
  - Bom
  - Excelente
  - Não sabe / Não opina
- 17.1. Comentários
18. Quanto à compreensão textual, como você avalia a descrição dos resultados que devem ser apresentados nos documentos de *feedback*.
- Terrível
  - Fraco
  - Média
  - Bom
  - Excelente
  - Não sabe / Não opina
- 18.1. Comentários:
19. Quanto à abrangência, você considera que esse modelo pode ser usado para diferentes abordagens de projeto de produtos? (respostas múltiplas)
- Redesign*
  - PSS (*Product Service-System*)
  - Design* Universal (produtos inclusivos)
  - Design* Centrado no Usuário
  - Outros. Quais? \_\_\_\_\_
  - Não. Por quê? \_\_\_\_\_

20. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto à importância da sua realização para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

Etapa 1: Planejamento do Produto						
Atividades	Sem qualquer importância	Levemente importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	Não sabe / Não opina
Plano de marketing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificação da Categoria do Produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Definição da Estratégia de Sustentabilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação das questões legais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise do contexto do produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise do ciclo de vida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação dos concorrentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificação das melhores práticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto à importância da sua realização para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

Etapa 2: Planejamento EOL do Produto						
Atividades	Sem qualquer importância	Levemente importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	Não sabe / Não opina
Verificação das Especificações do Produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verificação da Análise da Oportunidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Definição das Estratégias EOL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto à importância da sua realização para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

Etapa 3: Desenvolvimento Conceitual						
Atividades	Sem qualquer importância	Levemente importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	Não sabe / Não opina
Planejamento das ações de marketing (considerações iniciais)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção das Recomendações de Projeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geração de Ideias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de plataforma, família e arquitetura do produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção de materiais I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de novas tecnologias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto à importância da sua realização para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

Etapa 4: Detalhamento Técnico						
Atividades	Sem qualquer importância	Levemente importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	Não sabe / Não opina
Projeto Preliminar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção de materiais II	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento de <i>mockup</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise da tarefa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação dos processos de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção dos fornecedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeto detalhado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Protótipo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teste com usuário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plano de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento do material gráfico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Embalagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material informativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material publicitário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto à importância da sua realização para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

Etapa 5: Produção e Vendas						
Atividades	Sem qualquer importância	Levemente importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	Não sabe / Não opina
Produção inicial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação das vendas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação dos serviços	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto ao nível de dificuldade enfrentada para a sua execução.

Etapa 1: Planejamento do Produto						
Atividades	Extremamente difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Extremamente fácil	Não sabe / Não opina
Plano de marketing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificação da Categoria do Produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Definição da Estratégia de Sustentabilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação das questões legais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise do contexto do produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise do ciclo de vida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação dos concorrentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificação das melhores práticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto ao nível de dificuldade enfrentada para a sua execução.

Etapa 2: Planejamento EOL do Produto						
Atividades	Extremamente difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Extremamente fácil	Não sabe / Não opina
Verificação das Especificações do Produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verificação da Análise da Oportunidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Definição das Estratégias EOL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto ao nível de dificuldade enfrentada para a sua execução.

Etapa 3: Desenvolvimento Conceitual						
Atividades	Extremamente difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Extremamente fácil	Não sabe / Não opina
Planejamento das ações de marketing (considerações iniciais)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção das Recomendações de Projeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geração de Ideias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de plataforma, família e arquitetura do produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção de materiais I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de novas tecnologias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto ao nível de dificuldade enfrentada para a sua execução.

Etapa 4: Detalhamento Técnico						
Atividades	Extremamente difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Extremamente fácil	Não sabe / Não opina
Projeto Preliminar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção de materiais II	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento de <i>mockup</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise da tarefa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação dos processos de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção dos fornecedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeto detalhado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Protótipo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teste com usuário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plano de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Embalagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Agora nos conte um pouco mais sobre a sua experiência com o modelo Processo de Design orientado à Sustentabilidade. *(Por favor, responda abertamente e com sinceridade)*

29. A partir da sua experiência de utilização, quais pontos do modelo você considera positivo. Por favor, justifique sua resposta.
30. A partir da sua experiência de utilização, quais pontos do modelo você considera que poderiam sofrer melhorias. Por favor, justifique sua resposta.





## APÊNDICE E - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS I

As simulações a seguir (Figuras F.1, F.2, F.3 E F.4) apresentam a análise de agrupamentos de observações dos ‘Participantes’ (Especialistas I) referente as respostas do questionário de avaliação do modelo submetido ao Grupo de Especialistas I (veja no Apêndice D).

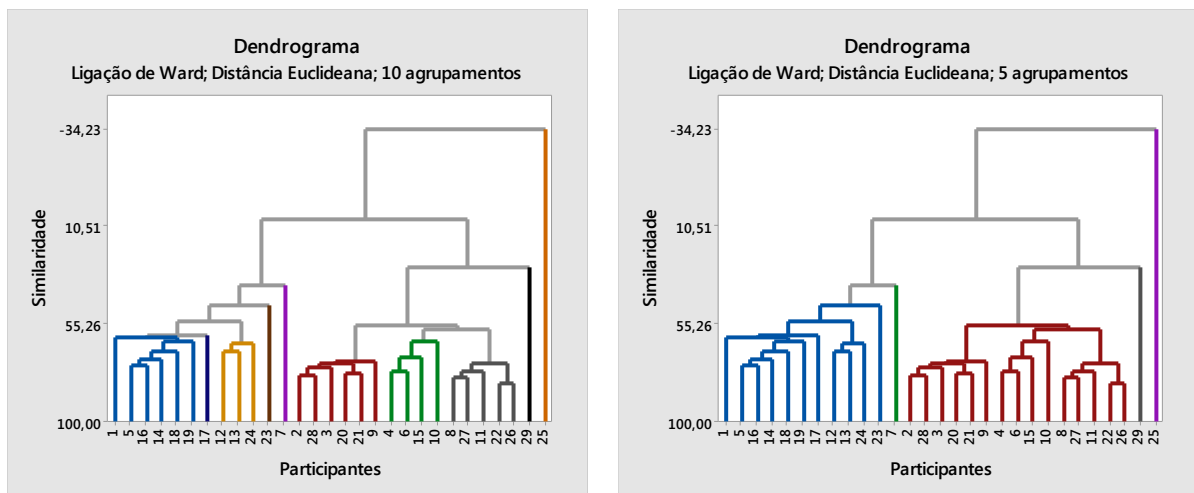


Figura F.1. Dendrogramas da Simulação 1 - Análise de agrupamento de observações dos ‘Participantes’ referentes às questões 11 a 29. Ligação de Ward, Distância Euclidiana, para 10 e 5 agrupamentos.

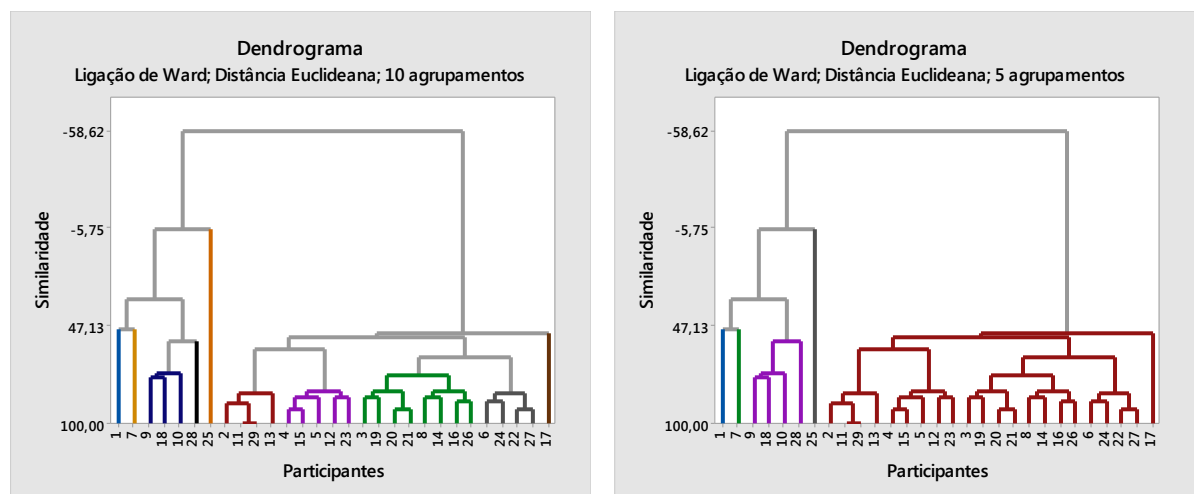


Figura F.2. Dendrogramas da Simulação 2 - Análise de agrupamento de observações dos ‘Participantes’ referentes às questões 11 a 18. Ligação de Ward, Distância Euclidiana, para 10 e 5 agrupamentos.

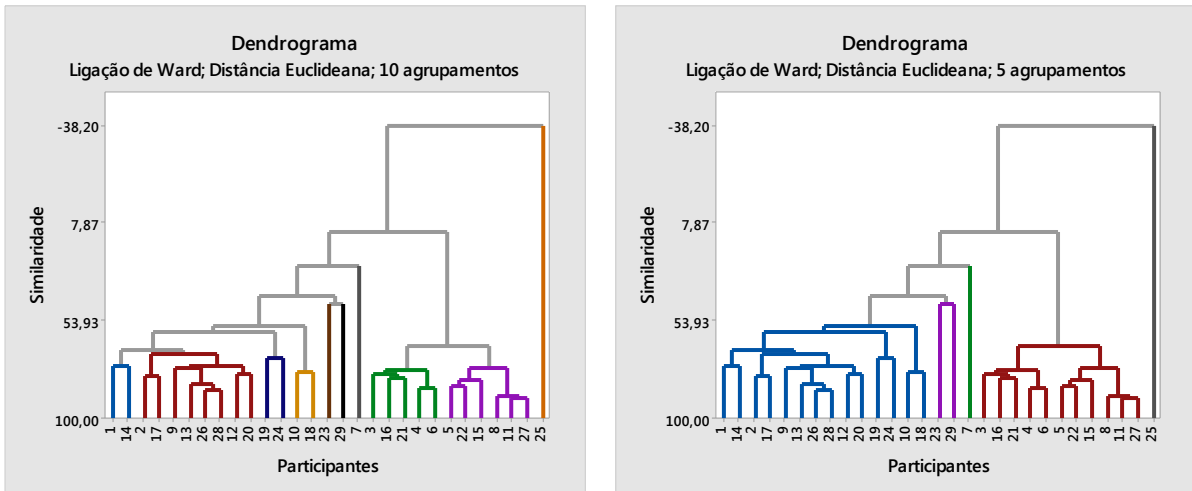


Figura F.3. Dendrogramas da Simulação 3 - Análise de agrupamento de observações dos 'Participantes' referentes às questões 20 a 24. Ligação de Ward, Distância Euclidiana, para 10 e 5 agrupamentos.

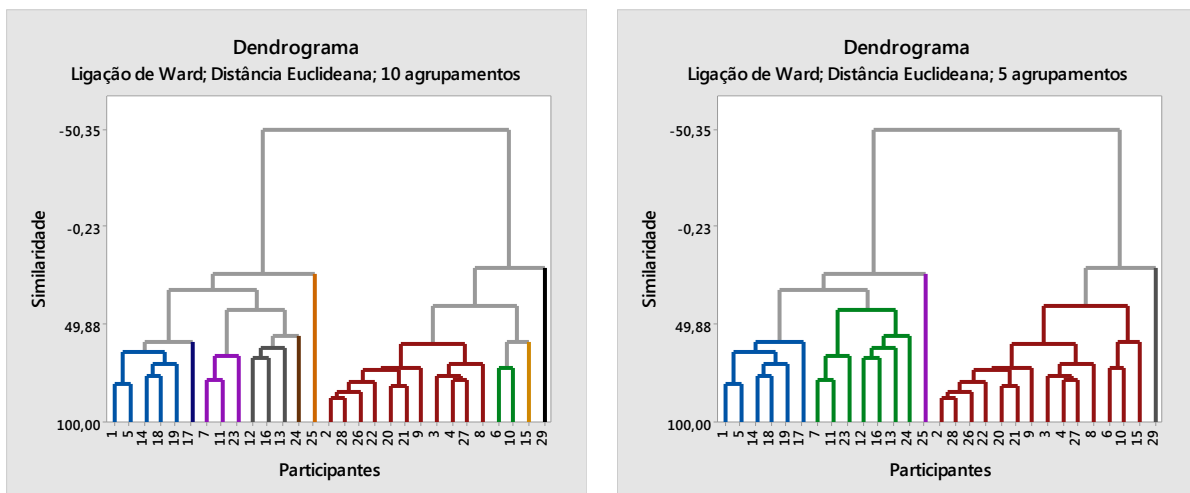


Figura F.4. Dendrogramas da Simulação 4 - Análise de agrupamento de observações dos 'Participantes' referentes às questões 25 a 28. Ligação de Ward, Distância Euclidiana, para 10 e 5 agrupamentos.

Quadro F.1. Média das avaliações dos ‘Participantes’ (Especialistas I) referentes as questões 11 a 18 do questionário apresentado no Apêndice D.

Participante	Q11 Abrangência do conteúdo	Q12 Desempenho da sustentabilidade	Q13 Utilização em Empresa	Q14 Utilização no Ensino	Q15 Apresentação Gráfica	Q16 Identificação Responsáveis	Q17 Clareza	Q18 Descrição Resultados
1	3	3	3	1	-	4	4	2
2	4	3	3	5	4	4	4	4
3	4	5	4	5	4	5	5	4
4	4	4	4	4	4	4	5	5
5	4	4	3	4	4	3	5	5
6	5	4	4	5	4	5	5	5
7	3	4	3	5	-	-	4	4
8	4	4	4	4	5	4	4	4
9	4	5	4	4	5	3	3	3
10	4	4	4	5	4	1	4	4
11	4	4	3	5	4	4	4	4
12	4	5	4	5	4	3	5	5
13	5	4	3	5	3	4	4	4
14	5	4	4	4	4	5	4	4
15	4	4	4	5	4	4	5	5
16	5	4	4	5	5	4	4	4
17	5	4	-	5	5	4	5	5
18	3	3	3	3	4	3	4	3
19	4	4	4	5	4	4	5	3
20	4	5	4	5	5	4	5	4
21	4	5	3	5	5	4	5	4
22	5	5	3	5	5	5	5	5
23	5	4	4	5	4	3	4	5
24	5	5	4	5	4	5	4	5
25	-	-	-	-	5	-	-	5
26	5	4	3	5	5	4	5	4
27	5	5	4	5	5	5	5	5
28	-	4	4	5	4	4	4	4
29	4	4	3	5	4	4	4	4
<b>Média</b>	<b>4,26</b>	<b>4,18</b>	<b>3,59</b>	<b>4,61</b>	<b>4,33</b>	<b>3,93</b>	<b>4,43</b>	<b>4,21</b>

Onde, - : Não sabe / Não opina

- 1: Não abrange / Terrível / Não aplicável / Inapropriado
- 2: Abrange pouco / Fraco / Pouco aplicável / Parcialmente inapropriado
- 3: Abrange parcialmente / Média / Parcialmente aplicável / Nem apropriado nem inapropriado
- 4: Abrange quase totalmente / Bom / Muito aplicável / Parcialmente apropriado
- 5: Abrange totalmente / Excelente / Totalmente aplicável / Apropriado

Quadro F.2. Média das avaliações dos ‘Participantes’ referentes as questões 20 a 24 do questionário apresentado no Apêndice D.

Participantes	Q20							Q21		Q22							Q23							Q24																
	Plano MKT	Categorias	Estratégia	Q. Legais	A. Contexto	A. Ciclo Vida	Concorrentes	M. Práticas	V. Especificações	Oportunidade	E. EOL	Ações MKT	Recomendações	Geração Ideias	Plataforma	Ferramentas I	Materiais I	Novas Tecnol.	A. Sustentabilidade	P. Preliminar	Materiais II	Ferramentas II	Mockup	A. Tarefa	A. P. Produção	Fornecedores	P. Detalhado	Ferramentas III	Protótipo	Teste Usuário	Plano Produção	M.. Gráfico	Embalagem	Mat. Informativo	Mat. Publicitário	Produção Inicial	Vendas	Serviços		
1	4	3	5	3	4	3	3	3	3	5	5	4	5	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3	4	5	4	5	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	3	4	4	4	5	5	
4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	3	4	3	3	3	4	4	4		
5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4		
6	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	3	5	4	3	4	4	4			
7	4	4	4	5	4	5	3	3	5	5	5	3	4	4	3	4	5	5	5	2	5	5	5	4	4	4	4	5	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3		
8	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	
9	5	4	4	5	4	4	5	4	4	3	5	4	4	5	3	5	5	4	5	3	5	4	3	3	3	4	5	4	4	5	4	4	4	3	3	3	4	4		
10	5	-	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
12	4	3	5	3	3	5	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4		
13	4	5	5	4	3	4	4	5	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	
14	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	3	4	5	4	2	5	5	4	5	4	3	2	4	4	5	5	3	5	5	5	3	3	4	4	4	4	4		
15	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	
16	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	3	5	5	3	3	4	4	4	4	4	4	
17	3	3	4	3	4	5	4	5	3	3	3	2	3	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5
18	5	-	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	4	3	3	4	5	4	5	5	5	3	3	4	5	4	5	3		
19	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	3	-	3	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4	3	3	-	5	5	5		
20	4	4	5	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	3	4	4	3	5	4	4	4	4	4	5	3	4	3	3	3		
21	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	3	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	3	5	5	5	5	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	
22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	
23	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	3	-	4	4	4	4	4	-	-	-	4	5	4	-	4	4	5	3	4	4	3	3	4	4		
24	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	3	3	5	4	4	4	5	4	3	3	4	4	5	4	3	3	4	4	3	-	4	4	4		
25	5	-	5	-	4	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	5	5	-	-	4	4	-	5	4	4	4		
26	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4		
27	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
29	-	4	5	-	4	5	4	4	5	5	5	-	5	5	-	5	4	4	5	5	4	5	-	3	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4	4	4	5	5	5	
Média	4,18	4,27	4,62	4,37	4,28	4,48	4,31	4,32	4,32	4,36	4,36	3,74	4,14	4,57	4,15	4,22	4,39	4,36	4,64	4,11	4,29	4,22	4,15	4,07	4,21	4,17	4,54	4,37	4,43	4,57	4,52	3,81	4,18	4,11	4,00	4,07	4,31	4,21		

Onde, -: Não sabe / Não opina; 1: Sem qualquer importância; 2: Levemente importante; 3: Moderadamente importante; 4: Muito importante; 5: Extremamente importante

Quadro F.3. Média das avaliações dos ‘Participantes’ referentes as questões 25 a 28 do questionário apresentado no Apêndice D.

Participantes	Q25										Q26			Q27							Q28													
	Plano MKT	Categories	Estratégia	Q. Legais	A. Contexto	A. Ciclo Vida	Concorrentes	M. Práticas	V. Especificações	Oportunidade	E. EOL	Ações MKT	Recomendações	Geração Ideias	Plataforma	Ferramentas I	Materiais I	Novas Tecnol.	A. Sustentabilidade	P. Preliminar	Materiais II	Ferramentas II	Mockup	A. Tarefa	A. P. Produção	Fornecedores	P. Detalhado	Ferramentas III	Protótipo	Teste Usuário	Plano Produção	Embalagem		
1	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	2	3	4	3	4	4	3	3	4	4	2	3	3	3	4	3	4	3	4
4	3	3	3	2	3	4	4	3	4	4	3	3	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	3	3	3	
5	1	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	1	3	1	3	2	1	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	
6	3	5	5	3	4	4	5	4	4	3	5	3	4	5	4	4	5	3	5	3	4	2	3	4	3	4	4	2	3	4	3	5	5	
7	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	2	2	3	3	3	1	2	3	3	3	2	1	2	-	2	2	2		
8	2	5	4	2	4	3	4	4	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	-	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	
9	3	4	4	4	3	4	5	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	3	2	3	3	4	4	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	
10	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	
11	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	3	-	3	
12	-	-	4	3	3	3	4	3	3	4	4	-	3	3	3	2	2	2	4	3	2	2	3	3	3	2	2	2	-	-	3	3	3	
13	-	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	-	-	2	2	3	2	2	3	-	3	3	-	-	3	3	3	-	-	3	3	3	3	
14	-	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	-	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	
15	3	5	3	2	4	3	3	4	3	2	3	3	4	4	5	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	5	3	-	-	4	4	4	
16	2	2	1	1	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	4	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	-	-	3	3	3	
17	-	-	3	2	3	1	2	1	2	3	1	-	3	2	-	3	2	1	3	3	2	2	-	-	2	2	2	2	1	4	2	3	3	
18	2	2	3	3	4	4	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	2	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	
19	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	0	5	4	4	
20	2	4	3	4	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	4	3	4	2	2	2	3	3	4	3	2	3	2	3	4	3	3	3	3	
21	2	3	3	4	2	3	3	2	2	2	2	2	3	4	4	3	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	
22	3	4	2	3	3	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	
23	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	-	3	2	3	2	2	-	-	-	3	3	2	-	2	2	3	4	4	
24	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	-	4	3	3	4	3	-	4	3	3	4	-	3	0	3	3	4	-	-	-	3	3	
25	-	-	2	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	3	2	-	1	1	2	-	-	-	-	-	1	3	0	0	0	0	0	0	4	
26	3	3	2	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
27	4	4	2	2	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	4	3	4	4	
28	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	
29	0	5	5	0	4	5	5	3	5	5	5	0	5	5	0	5	3	3	5	5	4	5	0	3	5	4	5	5	0	5	5	4	4	
Média	2,78	3,65	3,24	2,82	3,21	3,18	3,38	2,93	2,89	3,11	2,93	2,91	3,22	3,07	2,93	3,00	2,69	2,46	2,83	2,85	2,79	2,89	2,73	2,88	2,64	2,66	2,68	2,74	2,59	3,10	2,96	3,21		

Onde, 0: Não sabe / Não opina; 1: Extremamente difícil; 2: Difícil; 3: Moderado; 4: Fácil; 5: Extremamente fácil



## APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MODELO SUBMETIDO AO GRUPO DE ESPECIALISTAS II

**Obrigada por receber esta pesquisa e participar desta avaliação!** Você foi selecionado por ser considerado um Especialista na área de Desenvolvimento de Produtos e a sua análise contribuirá para o aprimoramento deste estudo. A seguir, você será apresentado ao modelo de referência para desenvolvimento de produtos **Processo de Design orientado à Sustentabilidade**. Este modelo foi desenvolvido ao longo do projeto da minha Tese de Doutorado, sob orientação do professor Osiris Canciglieri Junior, PhD., no curso de pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Espero que você aprecie o trabalho. Conto com a sua participação e a sua avaliação para aperfeiçoar minha pesquisa. Atenciosamente, Pâmela Teixeira Fernandes.

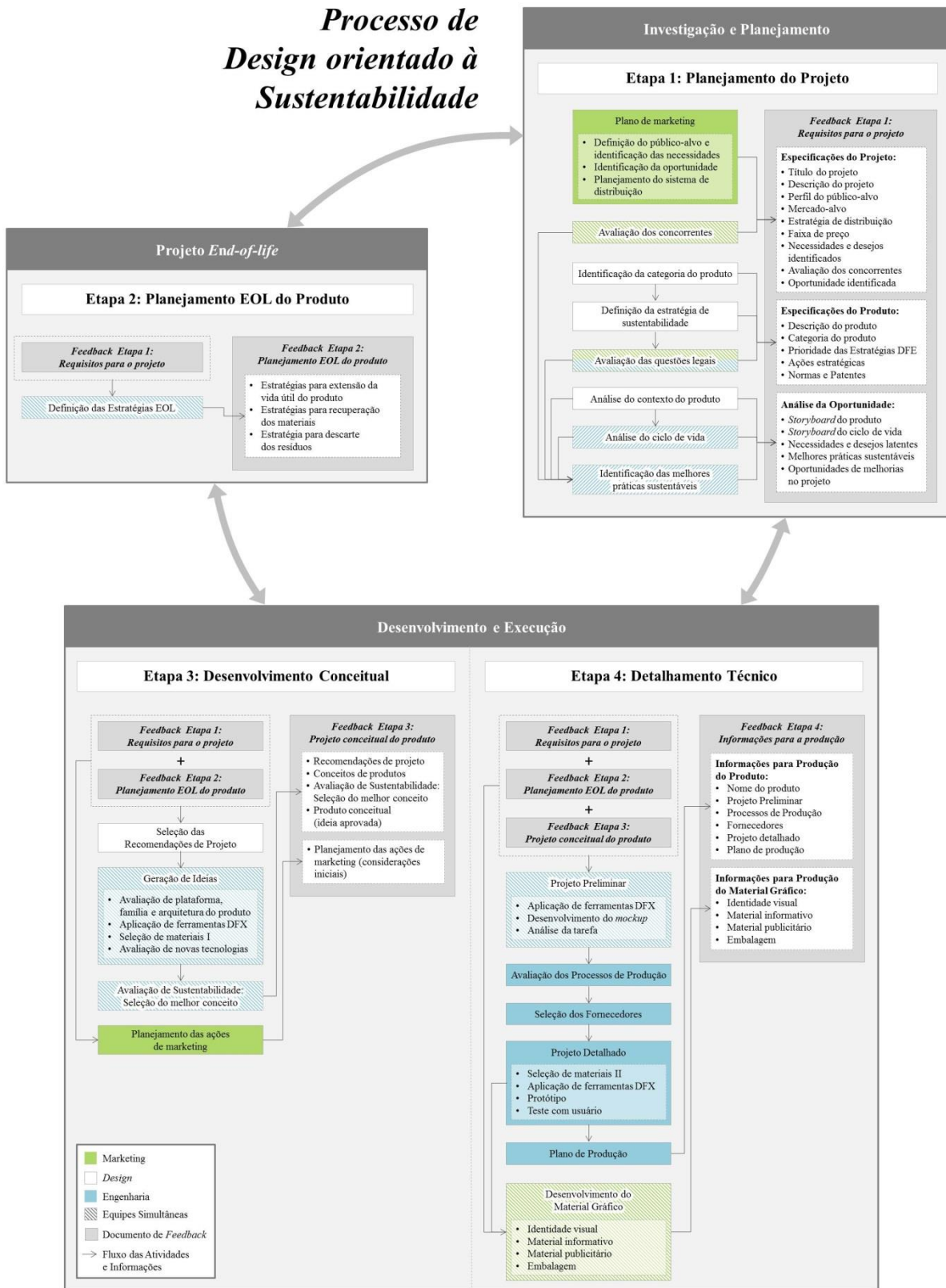
---

A estrutura do modelo que será apresentada nesta pesquisa corresponde a sua versão resumida. No entanto, este modelo também apresenta sua versão completa, com uma descrição detalhada das atividades propostas. Essa versão foi encaminhada junto ao *e-mail* com o link de acesso à pesquisa e você pode consultá-la para obter mais informações.

### APRESENTAÇÃO DO MODELO

O modelo Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade apresenta sua estrutura subdividida em três fases: Investigação e Planejamento, Projeto *End-of-Life* e a fase de Desenvolvimento e Execução.

## Processo de Design orientado à Sustentabilidade



A primeira fase, **Investigação e Planejamento** é composta pela etapa de Planejamento do Projeto e engloba todas as atividades realizadas pela equipe de projeto para a formulação dos requisitos para o produto que será desenvolvido. Estas atividades correspondem ao



processo de investigação em geral, incluindo identificação da oportunidade, perfil dos usuários, concorrentes, tecnologias, etc., assim como as atividades direcionadas aos requisitos de sustentabilidade, que são investigados e estabelecidos nos primeiros momentos do projeto. Aqui, cabe ressaltar, que o propósito do modelo é o processo de criação do produto, portanto, o planejamento estratégico do projeto, que é estabelecido pela diretoria da organização, não foi incluído na estrutura do modelo.

A segunda fase, **Projeto *End-of-Life*** é composta pelo Planejamento *End-of-Life* do Produto e engloba as atividades relacionadas às estratégias adotadas ao longo do ciclo de vida do produto visando o desenvolvimento das ações que deverão ser tomadas após o final da sua vida útil.

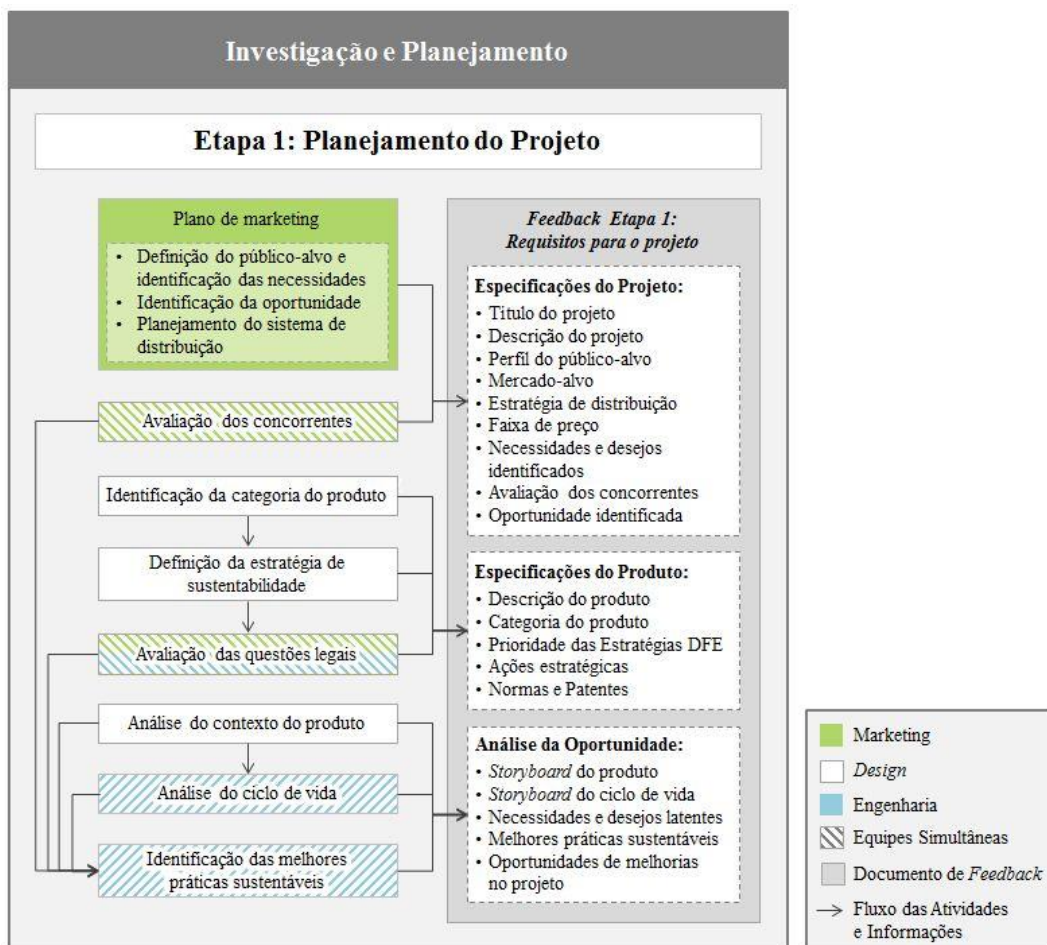
A terceira fase, **Desenvolvimento e Execução** é onde os requisitos identificados anteriormente irão tornar-se o futuro produto. Ela corresponde às etapas de Desenvolvimento Conceitual e o Detalhamento Técnico, englobando todas as atividades referentes ao processo de criação do produto, desenvolvimento da documentação técnica e encaminhamento à produção. Embora a estrutura do modelo apresente uma sequência de desenvolvimento das fases, os feedbacks das etapas obtidos em cada uma delas devem alimentar as outras duas fases vizinhas. Desse modo, as atividades ao longo do processo são desenvolvidas a partir dos requisitos definidos na fase anterior, assim como seus resultados podem ser confrontados com esses mesmos requisitos anteriormente estipulados. Esse processo permite que a equipe de projeto constantemente verifique as metas do projeto e alinhe o desenvolvimento das atividades a elas.

Quanto às **Atividades**, duas importantes características são observadas. Primeiro, a realização das atividades dentro de cada etapa ocorre tanto de maneira simultânea quanto sequencial (de acordo com o fluxo apresentado e os atores envolvidos). Segundo, o direcionamento das atividades para áreas específicas da equipe de desenvolvimento deve ser utilizado como uma referência para o processo, no entanto, quanto mais integrado for o trabalho da equipe, melhores serão os resultados obtidos.

Os **Feedbacks** representados entre as etapas são os documentos referentes à saída da etapa e constituem as metas estabelecidas a partir do desenvolvimento das atividades. As informações contidas nesses documentos são utilizadas como dados de entrada nas etapas subsequentes do processo de desenvolvimento.

## 1ª Fase: Investigação e Planejamento

A primeira fase do modelo compreende a *Etapa 1: Planejamento do Projeto*. O Planejamento é a etapa inicial para o desenvolvimento de qualquer produto, é o primeiro passo para se determinar o que será feito e para quem será feito. Alinhada a estratégia da organização, as atividades realizadas durante essa etapa é que darão suporte ao escopo do projeto, no entanto, elas podem ser mais ou menos desenvolvidas em função do produto que será criado. Cabe ressaltar, que as decisões tomadas nesta etapa estão entre as mais importantes do projeto, e que as alterações quando realizadas aqui serão menos dispendiosas tanto do ponto de vista financeiro, quanto de tempo de projeto. Para o desenvolvimento de produtos orientados a sustentabilidade é necessária que essa perspectiva seja adotada desde as primeiras atividades do processo. Assim, durante esta etapa, além das informações tradicionalmente previstas em processos de desenvolvimento de produtos, devem ser recolhidas e processadas todas as informações potenciais para a geração de ideias e soluções direcionadas às questões importantes da sustentabilidade. A figura a seguir apresenta a sequência de atividades que devem ser desenvolvidas ao longo da Etapa 1.



O documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* apresenta os resultados obtidos através do desenvolvimento das atividades da Etapa 1. O objetivo deste documento é registrar as informações geradas para que essas sejam utilizadas nas etapas subsequentes do processo de desenvolvimento. Este documento adota uma linguagem imperativa em suas instruções para orientar o seu usuário sobre 'como' e 'quais' informações devem ser registradas.

<i>Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto</i>	
<b>Especificações do Projeto</b>	
<b>1.1 Título do Projeto</b>	Defina o título utilizado para a identificação do projeto do produto.
<b>1.2 Descrição do Projeto</b>	<p>Descreva a ideia inicial do projeto para o produto que será desenvolvido. Essa descrição pode adotar os seguintes formatos:</p> <p>(a) <b>Produto já definido pela empresa</b>, ex. liquidificador, cadeira, etc.;</p> <p>(b) <b>Ideia conceitual do produto</b>, ex. instrumento para corte de unhas infantis, eletrodoméstico para triturar resíduos de cozinha, etc.</p>
<b>1.3 Perfil do Público-alvo</b>	<p>Defina o perfil do público-alvo que o projeto do produto pretende atingir:</p> <p>(a) <b>Quem é o seu consumidor em potencial?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Defina a segmentação demográfica do consumidor (faixa etária, sexo, tamanho da família, estado civil, religião, nacionalidade, geração/época em que foi criado, etc.).</li> <li>– Defina a segmentação geográfica onde o consumidor está inserido (país, região, estado, cidade, etc.).</li> </ul> <p>(b) <b>Qual o seu perfil de consumo?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Defina a segmentação socioeconômica do consumidor (classe social, renda, escolaridade, profissão, posses de bens, etc.).</li> </ul> <p>(c) <b>Qual o seu estilo de vida (atleta, executivo, rural...)?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Defina a segmentação psicográfica do consumidor (estilo de vida, personalidade e valores).</li> <li>– Defina o comportamento do consumidor (sua relação com esse tipo de produto, as atitudes direcionadas a ele, sua utilização, sua ocasião do consumo, etc.).</li> </ul>
<b>1.4 Mercado-alvo</b>	<p>Selecione o mercado que o projeto do produto pretende atingir:</p> <p>(a) <b>Marketing de massa</b>: corresponde a uma ampla cobertura do mercado consumidor.</p> <p>(b) <b>Marketing de segmento</b>: abrange um grande grupo identificado a partir de suas preferências, poder de compra, localização geográfica, atitudes e hábitos de compras similares.</p> <p>(c) <b>Marketing de nicho</b>: referente a um segmento pequeno e distinto que pode ser atendido com exclusividade.</p> <p>(d) <b>Marketing local</b>: engloba grupos de clientes locais como, cidade, bairros e até mesmo lojas específicas.</p> <p>(e) <b>Marketing individual</b>: desenvolvido sob medida para atender às necessidades e preferências dos clientes individualmente (produtos exclusivos).</p>
<b>1.5 Estratégia de Distribuição</b>	<p>Selecione o canal de distribuição que tem potencial de ser utilizado. Lembre-se que em alguns casos é possível que mais de um canal seja utilizado.</p> <p>(a) <b>Distribuição direta</b>: a empresa distribui seu produto diretamente para o consumidor final.</p> <p>(b) <b>Distribuição indireta</b>: a empresa distribui seu produto através de serviços de intermediários.</p> <p>(c) <b>Distribuição híbrida</b>: a empresa utiliza intermediários, mas assume parte do processo de contato com seus clientes.</p>
<b>1.6 Faixa de Preço</b>	Defina a faixa de preço na qual o produto estará inserido.
<b>1.7 Necessidades e Desejos Identificados</b>	Liste as necessidades e desejos explicitamente declarados pelos consumidores em potencial e/ou identificados ao longo da pesquisa de mercado.
<b>1.8 Avaliação dos Concorrentes</b>	Revise os seus concorrentes, analise suas performances, a gama de produtos disponíveis, suas características (materiais, funções, acabamentos, tecnologia aplicada, etc.), e outros aspectos que considerar relevante.
<b>1.9 Oportunidade Identificada</b>	Descreva a oportunidade identificada para o produto, ex. características estéticas e funcionais que devem ser incluídas no projeto do produto baseadas nas percepções de demanda do mercado, novas tecnologias disponíveis, necessidade x solução, etc.

## Continuação do documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto.*

### Especificações do Produto

#### 1.10 Descrição do Produto

Baseado nas Especificações de Produto acima determinadas, descreva todas as características identificadas que devem compor o projeto do produto. Essa descrição deve incluir o título descritivo do que será o produto (ex. liquidificador, cadeira, instrumento para corte de unhas infantis, eletrodoméstico para triturar resíduos de cozinha, etc.), os benefícios e/ou vantagens sobre o que já é ofertado por concorrentes no mercado, narrativas referente à ideia inicial das funções que o produto irá ter, sketches ilustrativos e/ou explicativos sobre detalhes das características estéticas pré-determinadas (ex. acabamentos, materiais, etc.), e outros aspectos relevantes identificados.

#### 1.11 Categoria do Produto

Identifique a categoria do produto que será desenvolvido.

Categorias de Produtos	Características	Exemplos
<i>Bens Consumíveis</i>	Produtos que são consumidos ao longo da sua utilização. Geralmente eles são comprados repetidas vezes e apenas a embalagem usada para o seu armazenamento resta após o seu consumo. Do ponto de vista do <i>design</i> , o projeto da embalagem é um dos principais focos dessa categoria.	Alimentos, produtos de limpeza e higiene, medicamentos, tintas, pesticidas, canetas, pilhas, etc.
<i>Bens de Uso Rápido</i>	Produtos de único consumo ou consumo rápido, normalmente de uso individual e relativamente baixo custo.	Jornais, revistas, escova de dente, fraldas descartáveis, hastes flexíveis, etc.
<i>Bens Duráveis Não Consumidores</i>	Bens duráveis que não consomem ou consomem pouca energia / recursos durante o seu uso e/ou sua manutenção. Normalmente são de uso coletivo ou compartilhado.	Objetos de utilidade doméstica, mobiliário, produtos decorativos, artigos esportivos, vestuário em geral, etc.
<i>Bens Duráveis Consumidores</i>	Bens duráveis que consomem energia e/ou recursos durante o seu uso. Normalmente são de uso coletivo ou compartilhado.	Eletroeletrônicos, eletrodomésticos, veículos em geral, linha branca, etc.

#### 1.12 Prioridade das Estratégias DFE

A partir da identificação da categoria do produto acima determinada, selecione a ordem de prioridade que as estratégias DFE devem assumir no projeto.

Categorias de Produtos	Prioridade das Estratégias DFE
<i>Bens Consumíveis</i>	1º Minimizar Recursos e Processos 2º Planejar <i>End-of-Life</i> 3º Otimizar a Vida do Produto
<i>Bens de Uso Rápido</i>	1º Minimizar Recursos e Processos 2º Planejar <i>End-of-Life</i> 3º Otimizar a Vida do Produto
<i>Bens Duráveis Não Consumidores</i>	1º Otimizar a Vida do Produto 2º Minimizar Recursos e Processos 3º Planejar <i>End-of-Life</i>
<i>Bens Duráveis Consumidores</i>	1º Minimizar Recursos e Processos 2º Otimizar a Vida do Produto 3º Planejar <i>End-of-Life</i>

#### 1.13 Ações Estratégicas

De acordo com as características do produto em desenvolvimento, selecione as ações estratégicas mais adequadas ao projeto. Lembre-se que essas ações deverão ser adotadas como metas pela equipe de projeto e devem obedecer a Prioridade das Estratégias DFE da categoria do produto que está em desenvolvimento.

- (a) **Estratégia DFE Minimizar Recursos e Processos:** Refere-se à redução do consumo de matérias-primas, água, energia, e da geração de resíduos, efluentes e emissões para a atmosfera causadas pela manufatura e utilização de um produto ou serviço a ele associado. Este aspecto está diretamente ligado à seleção dos processos (de extração, de manufatura, etc.), responsáveis por garantir que os esforços da minimização de recursos sejam atendidos em todas as etapas do ciclo de vida do produto. As ações estratégicas para essa abordagem são:
- Minimizar o conteúdo material, perdas e refulgos;
  - Minimizar o consumo de energia;
  - Usar materiais renováveis, biodegradáveis, reciclados e/ou recicláveis;
  - Evitar o uso de materiais perigosos;
  - Minimizar as embalagens e consumos no transporte;
  - Projetar produtos de uso coletivo;
  - Projetar para a eficiência do consumo de recursos;
- (b) **Estratégia DFE Otimizar a Vida do Produto:** Refere-se à vida útil do produto. O processo de otimização consiste em reduzir ou eliminar os motivos que levam os consumidores a descartar precocemente os produtos, como: a degradação das suas propriedades ou fadiga estrutural (causadas pelo uso intensivo), a degradação causada por processos naturais ou químicos, os danos causados por acidentes ou uso incorreto, e a obsolescência tecnológica, cultural e estética. As ações estratégicas para essa abordagem são:
- Projetar para a confiabilidade (segurança);
  - Facilitar a atualização e adaptação;
  - Projetar para manutenção e reparos;
  - Intensificar a utilização;
  - Projetar para a reutilização e remanufatura.
- (c) **Estratégia DFE Planejar End-of-Life:** Tem como objetivo principal recuperar os materiais utilizados nos produtos após o fim da sua vida útil. As ações estratégicas para essa abordagem são:
- Projetar para a reciclagem;
  - Facilitar a coleta e transporte após o uso;
  - Facilitar a limpeza.

#### 1.14 Normas e Patentes

Verifique as normas que regulamentam o tipo de produto em desenvolvimento: padrões e normas internas (empresa), padrões industriais, leis de responsabilidade civil dos fornecedores (como o Código de Defesa do Consumidor no Brasil), regulamentos estrangeiros, normas internacionais, patentes, marcas, direitos autorais, políticas ambientais, políticas de restrição de materiais, etc.

### Análise da Oportunidade

#### 1.15 Storyboard do Produto

Baseado nas informações adquiridas até o momento, produza um painel descritivo do processo de utilização do produto. Para auxiliar esse processo utilize a abordagem a seguir que mais se adequa ao nível de detalhamento do projeto em desenvolvimento:

- (a) **Projeto baseado na visão:** engloba três níveis de análise, o contexto, a interação e o produto, onde o designer cria uma visão para o contexto futuro de utilização do produto e para a interação existente entre o produto e o usuário.
- (b) **Projeto a partir do contexto:** investiga através de uma participação ativa do usuário sua interação com o futuro produto a fim de identificar necessidades e desejos não explícitos, que podem estar relacionados a produtos existentes ou mesmo a produtos que ainda não existem.
- (c) **Protótipo de experiência:** busca auxiliar o designer a avaliar o ambiente e a experiência de uso do futuro produto. Neste caso, os protótipos não são tecnicamente completos e robustos, mas são suficientemente elaborados para apoiar uma experiência convincente ao utilizador.

#### 1.16 Storyboard do Ciclo de Vida

Produza um painel descritivo contendo todas as etapas do ciclo de vida do produto. Lembre-se que quanto maior o nível de detalhamento das diversas etapas, melhor será a sua análise sobre as especificações e necessidades de cada uma delas. Dê uma atenção especial para os casos onde ocorre manipulação e/ou utilização do produto.

#### 1.17 Necessidade e Desejos Latentes

Descreva as necessidades e desejos não declarados pelo público-alvo, identificadas a partir da avaliação dos concorrentes, análise do contexto do produto e análise do ciclo de vida do produto.

#### 1.18 Melhores Práticas Sustentáveis

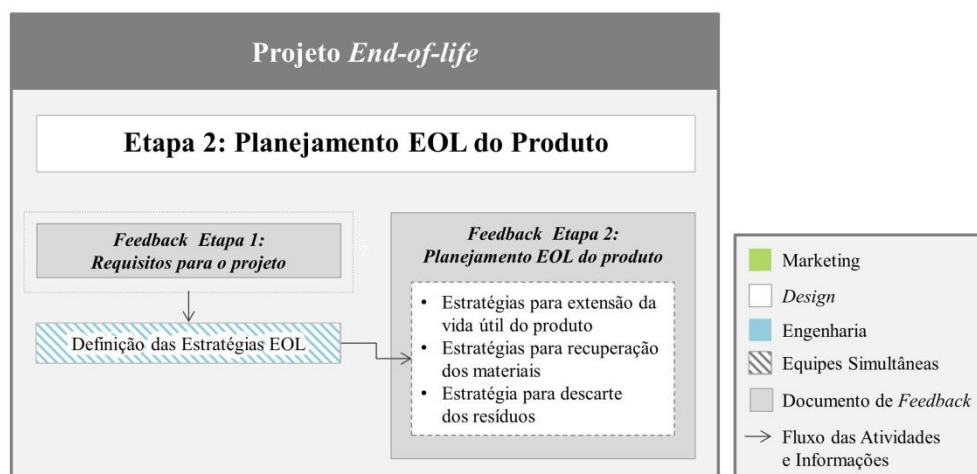
Descreva as possíveis práticas a serem adotadas no projeto do produto que podem adicionar benefícios sustentáveis em qualquer uma das etapas do seu ciclo de vida. Analise os casos de excelência de práticas sustentáveis, mesmo aquelas não diretamente relacionadas à área de investigação, mas que possam influenciar o processo de geração de ideias. São válidas práticas relativas a interação com o usuário, produtos ou fornecedores, uso de ferramentas de apoio ao processo de desenvolvimento, experiências de países que tem maiores incentivos ao desenvolvimento sustentável, práticas relacionadas aos processos de manufatura, etc. Lembre-se , cabe investigar qualquer tipo de ação que possa contribuir para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento de produtos orientado à sustentabilidade.

#### 1.19 Oportunidades de Melhorias no Projeto

Descreva as oportunidades de melhorias identificadas a partir da avaliação dos concorrentes, análise do contexto do produto, análise do ciclo de vida do produto e melhores práticas sustentáveis que podem ser agregadas ao projeto.

## 2ª Fase: Projeto de *End-of-life* (EOL)

A segunda fase do modelo compreende a *Etapa 2: Planejamento EOL do Produto*. A gestão EOL é uma abordagem proativa para reduzir o desperdício e economizar recursos que deve ser aplicada nas fases iniciais do projeto de produtos. A antecipação das estratégias EOL pode melhorar o processo de desenvolvimento de soluções garantindo maior eficiência do projeto nos próximos estágios. Nesta fase, o desenvolvimento de Estratégias EOL visam antecipar o planejamento do fim da vida do produto para as etapas iniciais do processo de desenvolvimento, atuando como uma das metas de projeto nas etapas de desenvolvimento conceitual e técnico do produto. Essa atividade deve ser baseada nas informações registradas no documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o projeto*, o qual estabelece as primeiras metas do projeto. O objetivo é alinhar o desenvolvimento das Estratégias EOL às especificações do produto definidas no planejamento do projeto, antes do seu desenvolvimento conceitual, de modo que as ideias geradas para o produto nas próximas etapas atendam também as metas de EOL.



O documento *Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do Produto* (figura abaixo) apresenta os resultados obtidos através do desenvolvimento da Etapa 2. O objetivo deste documento é registrar as informações geradas para que essas sejam utilizadas nas etapas subsequentes do processo de desenvolvimento. Este documento adota uma linguagem imperativa em suas instruções para orientar o seu usuário sobre 'como' e 'quais' informações devem ser registradas.

### Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do Produto

#### 2.1 Estratégias para a Extensão da Vida Útil do Produto

Descreva as estratégias que deverão ser adotadas no produto visando à extensão da sua vida útil. Lembre-se que você pode considerar a adoção de uma ou várias estratégias de acordo com as metas do projeto. Observe atentamente as informações registradas no documento *Feedback Etapa 1* para garantir que suas estratégias estejam alinhadas às necessidades e particularidades do projeto.

- (a) **Reuso:** uso direto ou indireto de um produto para a mesma ou outra aplicação sem que nenhuma operação de reparo seja realizada.
- (b) **Recuperação:** restauro de partes ou funções de produtos relacionados a ações de manutenção enquanto o consumidor mantém a propriedade do produto.
- (c) **Recondicionamento e Remanufatura:** recuperação (substituição, reconstrução, reprocessamento, remontagem) de produtos, partes de produtos ou componentes para uma condição de seminovo que apresente funcionalidade satisfatória a sua atual especificação/ função.

Para auxiliar o desenvolvimento das estratégias verifique o uso das ferramentas DFX: *Design for Manufacturing* (DFM), *Design for Assembly* (DFA), *Design for Disassembly* (DFD), e *Design for Reuse/ Remanufacturing* (DFRR).

#### 2.2 Estratégias para a Recuperação dos Materiais

Descreva as estratégias que deverão ser adotadas no produto visando à recuperação dos materiais. Lembre-se que você pode considerar a adoção de uma ou várias estratégias de acordo com as metas do projeto. Observe atentamente as informações registradas no documento *Feedback Etapa 1* para garantir que suas estratégias estejam alinhadas às necessidades e particularidades do projeto.

- (a) **Reciclagem:** reprocessamento de resíduos materiais em produtos, materiais ou substâncias que podem ser usadas para a fabricação de novos produtos.
- (b) **Incineração e aterro sanitário:** recuperação dos materiais através de processos de geração de algum tipo de energia ou aditivos e cargas que possam ser reutilizados na produção de outros materiais.

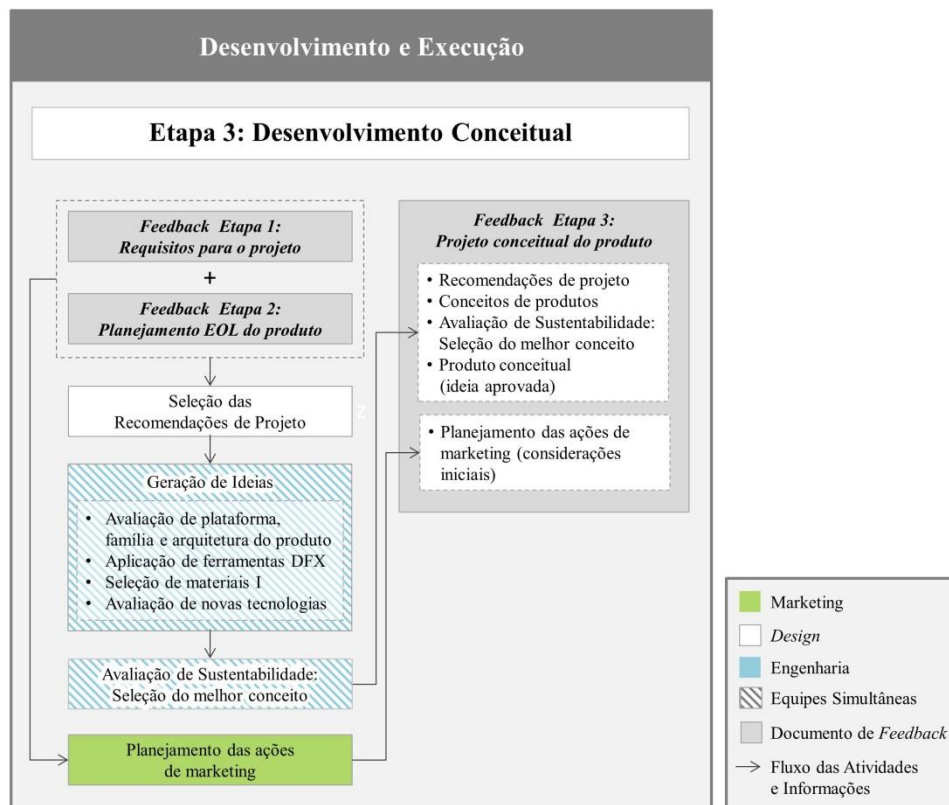
Para auxiliar o desenvolvimento das estratégias verifique o uso das ferramentas DFX: *Design for Recyclability* (DFR), e *Design for Disassembly* (DFD).

#### 2.3 Estratégia para o Descarte dos Resíduos

Descreva as estratégias que deverão ser adotadas no produto visando à eliminação dos resíduos gerados ou materiais que não podem ser reaproveitados após o final da vida útil do produto. Lembre-se de verificar a legislação vigente referente à responsabilidade das empresas sobre o descarte de produtos, especialmente para aqueles que apresentam em sua composição o uso de materiais perigosos (ex. pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes; agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem após o uso constitua resíduo perigoso). No Brasil, consulte a LEI N° 12.305, de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

## 3ª Fase: Desenvolvimento e Execução

As atividades realizadas ao longo da fase de Desenvolvimento e Execução englobam o desenvolvimento do projeto técnico do produto até o seu envio para a produção. Esta fase é composta por duas etapas: *Etapa 3: Desenvolvimento Conceitual* e a *Etapa 4: Detalhamento Técnico*. *Etapa 3: Desenvolvimento Conceitual* O Desenvolvimento Conceitual é onde as oportunidades e necessidades identificadas nas Etapas 1 e 2 serão transformadas em características do produto em desenvolvimento. Nesta etapa, são desenvolvidas as linhas básicas de forma e função, e as informações passam a ser vistas como atributos que irão gerar os princípios funcionais e de estilo do novo produto. O objetivo no Desenvolvimento Conceitual é propor a melhor configuração para o produto, resultante do processo de negociação entre os requisitos do projeto, as estratégias EOL do produto e as considerações técnicas observadas ao longo da geração de ideias.



Marketing  
 Design  
 Engenharia  
 Equipes Simultâneas  
 Documento de *Feedback*  
 Fluxo das Atividades e Informações

O documento *Feedback Etapa 3: Projeto Conceitual do Produto* (figura abaixo) apresenta os resultados obtidos através do desenvolvimento das atividades da Etapa 3. O objetivo deste documento é registrar as informações geradas para que essas sejam utilizadas nas etapas subsequentes do processo de desenvolvimento. Este documento adota uma linguagem imperativa em suas instruções para orientar o seu usuário sobre 'como' e 'quais' informações devem ser registradas.

### Feedback Etapa 3: Projeto Conceitual do Produto

#### 3.1 Recomendações de Projeto

Selecione as Recomendações de Projeto \* (para a categoria do produto) mais adequadas as características e objetivos do produto em desenvolvimento. Lembre-se que essas recomendações deverão ser adotadas como metas pela equipe de projeto, e que elas serão o critério utilizado para avaliar a sustentabilidade das ideias geradas para o produto. Preocupe-se em selecionar recomendações relevantes para o projeto. A seleção de um grande número de recomendações ou apenas de recomendações com a pontuação alta não significa necessariamente o desenvolvimento de um excelente resultado.

\*Veja as recomendações para as quatro categorias de produtos nos anexos desse documento.

#### 3.2 Conceitos de Produtos

Descreva os conceitos de produto (ideias geradas) selecionados pela equipe de projeto para a submissão à Avaliação de Sustentabilidade. Cada conceito deve apresentar uma descrição concisa das tecnologias, princípios de funcionamento e forma que o produto adotará para satisfazer essas informações referentes as necessidades dos usuários e do projeto. Lembre-se de anexar a este documento todos os esboços ou imagens dos modelos desenvolvidos, assim como as questões referentes a plataforma, família e arquitetura do produto (quando isso for relevante), e os materiais com potencial de utilização para a futura fabricação do produto.

#### 3.3 Avaliação de Sustentabilidade: seleção do melhor conceito

Avalie os conceitos de produto gerados quanto ao nível de atendimento das Recomendações de Projeto selecionadas anteriormente. Você pode incluir nesta avaliação aqueles concorrentes que considerar mais importantes, e avaliar o desempenho de seus conceitos também em relação ao desempenho deles. Lembre-se que a equipe de projeto pode analisar os resultados, e se julgar necessário, propor um ou mais conceitos novos visando melhorar o desempenho do atendimento às recomendações. Caso isso ocorra, a avaliação de sustentabilidade dos conceitos propostos deve ser executada novamente.

##### Instruções para realizar a avaliação:

Na tabela abaixo, preencha as duas primeiras colunas com as *Recomendações de Projeto* selecionadas para o produto em desenvolvimento e suas respectivas *Pontuações(r)* (veja os anexos deste documento). Na sequência, atribua aos *Produtos Avaliados(p)* (conceitos + concorrentes selecionados para a avaliação) a pontuação correspondente ao nível de atendimento das recomendações, utilize notas de 1 à 5 conforme a escala apresentada na tabela. Lembre-se que essa atividade deve ser realizada pela equipe de projeto a partir da sua própria percepção sobre as ideias geradas para os conceitos e seus concorrentes, essa será sua base de avaliação. Por fim, para calcular o *Atendimento aos Requisitos (AR)* de cada conceito e concorrente avaliado, deve-se somar os valores obtidos através da multiplicação entre os valores de *Pontuação (r)* e suas respectivas notas (de 1 à 5), atribuídas a cada *Produto Avaliado (p)*. O conceito avaliado que apresentar o maior resultado para o *Atendimento aos Requisitos (AR)* indicará a ideia gerada para o produto que melhor atende as recomendações de projeto. Essa opção passará então a ser o Produto Conceitual aprovado, e deverá ser desenvolvido nas etapas seguintes do processo.

Recomendações de Projeto	Pontuação (r)	Produtos Avaliados (p)						
		Conceito 1*	Conceito 2	Conceito 3	...	Concorrente A	Concorrente B	...
a	1	3						
b	2	5						
c	3	2						
...	...	...						
n	n	4						
<b>Atendimento aos Requisitos (AR)</b>								
$AR_i = \sum_{j=1}^n (r_j \times p_{ij})$ , onde $i=1, \dots, n$								

Escala de pontuação para *Produtos Avaliados (p)*:

- 5: excelente atendimento da recomendação
- 4: muito bom atendimento da recomendação
- 3: bom atendimento da recomendação
- 2: razoável atendimento da recomendação
- 1: muito pouco/nenhum atendimento da recomendação

\* Exemplo do cálculo para *Atendimento aos Requisitos (AR)* do Conceito 1:

$$AR = (1 \times 3) + (2 \times 5) + (3 \times 2) + \dots + (n \times 4)$$

#### 3.4 Produto Conceitual (ideia aprovada)

Apresente o conceito para o produto selecionado na etapa anterior. Lembre-se de incluir aos anexos todas as ilustrações, esboços e outras formas de representação que tenham sido desenvolvidas, assim como as informações sobre detalhes e características do projeto, como: utilização, funções, dispositivos, botões, encaixes, ideias de materiais, texturas, tipo de acabamento, dimensões, percepções estéticas, entre outros.

#### 3.5 Planejamento das Ações de Marketing (considerações iniciais)

A partir das informações contidas nos documentos de Feedback das Etapas 1 e 2, defina os materiais gráficos que deverão ser desenvolvidos para o projeto.

- (a) **Materiais informativos:** manual de instruções, guia para assistência técnica, termo de garantia, informativo sobre descarte, etc.
- (b) **Material publicitário:** divulgação on-line (ex. banner de internet, etc.), divulgação física (ex. anúncio em revistas, jornais, TV, etc.), ponto de venda (ex. totem, display, etc.).
- (c) **Embalagens:** embalagens necessárias para a distribuição e armazenamento do produto.

Lembre-se que, nesta etapa do projeto, esta atividade ainda está em fase inicial e deve descrever o que se pretende desenvolver em relação aos materiais gráficos. O desenvolvimento de fato desses materiais só ocorrerá na próxima etapa, e contará com a participação da equipe de design gráfico responsável pela criação da identidade visual do produto.



## ANEXOS - RECOMENDAÇÕES DE PROJETO

Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis	Pontuação	Ferramentas*
1º Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	65	DFM e DFA
2º Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	65	DFM e DFR
3º Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	61	DFM e DFR
4º Evitar e/ou minimizar o uso de materiais adicionais (ex.: colas, rótulos e tintas utilizadas no processo de impressão).	56	DFM e DFA
5º Analisar as características físicas e químicas dos produtos para a escolha dos materiais para a produção de embalagens.	51	DFM e DFR
6º Projetar produtos mais leves e concentrados.	48	DFM e DFA
7º Projetar o tamanho da embalagem correspondente à quantidade de produto.	46	DFM e DFA
8º Projetar as embalagens avaliando sua planificação para melhor aproveitamento de material.	45	DFM e DFA
9º Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	41	DFM e DFA
10º Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	40	DFM e DFA
11º Evitar a sobreposição de embalagens.	39	DFM e DFA
12º Projetar embalagens econômicas (ex. embalagens tipo 'tamanho família').	39	DFM
13º Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	24	DFM e DFA
14º Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	22	DFR e DFRR
15º Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	21	DFM e DFA
16º Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	21	DFD e DFR
17º Projetar embalagem que mantenham a integridade e qualidade do produto em condições normais de transporte e armazenamento.	20	DFM e DFA
18º Evitar o uso de materiais não biodegradáveis em produtos destinados a reciclagem orgânica e/ou descarte em aterro sanitário.	20	DFR
19º Projetar embalagens que facilitem o uso correto do produto (ex. embalagens/rótulos instruindo sobre a quantidade adequada de produto necessário para a realização de uma determinada ação).	20	DFM
20º Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	18	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
21º Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	18	DFM e DFA
22º Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	17	DFR e DFRR
23º Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	17	DFR e DFRR
24º Projetar embalagem para facilitar o transporte, empilhamento, armazenamento e exposição do produto no ponto de venda.	16	DFM e DFA
25º Permitir ajustes de consumo variável às exigências de função.	15	DFM
26º Projetar estruturas que facilitem a redução do volume após o consumo.	14	DFM e DFD
27º Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	14	DFR e DFRR
28º Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	13	DFA, DFD e DFRR
29º Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	8	DFM
30º Projetar embalagem como parte integrante do produto (ex.: em produtos alimentícios como bombons ou biscoitos, embalagens estruturais internas podem ser comestíveis).	6	DFA, DFD, DFM e DFRR
31º Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	2	DFM

\* Ferramentas DFX que podem ser utilizadas para auxiliar o desenvolvimento das recomendações:  
DFA - Design for Assembly; DFD - Design for Disassembly; DFM - Design for Manufacturing;  
DFR - Design for Recyclability; DFRR - Design for Reuse/Remanufacturing.

Recomendações de Projeto para Bens de Uso Rápido	Pontuação	Ferramentas*
1º Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	64	DFM e DFA
2º Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	63	DFM e DFR
3º Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	58	DFM e DFR
4º Evitar e/ou minimizar o uso de materiais adicionais (ex.: colas, rótulos e tintas utilizadas no processo de impressão).	57	DFM e DFA
5º Projetar produtos mais leves e concentrados.	44	DFM e DFA
6º Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	40	DFM e DFA
7º Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	40	DFM e DFA
8º Projetar embalagens econômicas (ex. embalagens tipo 'tamanho família').	27	DFM
9º Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	24	DFM e DFA
10º Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	22	DFR e DFRR
11º Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	21	DFD e DFR
12º Evitar o uso de materiais não biodegradáveis em produtos destinados a reciclagem orgânica e/ou descarte em aterro sanitário.	19	DFR
13º Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'efeito cascata'.	18	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
14º Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	18	DFR e DFRR
15º Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	17	DFM e DFA
16º Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	16	DFR e DFRR
17º Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	15	DFM e DFA
18º Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	14	DFR e DFRR
19º Projetar estruturas que facilitem a redução do volume após o consumo.	13	DFM e DFD
20º Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	13	DFA, DFD e DFRR
21º Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	7	DFM
22º Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto.	4	DFA, DFD, DFM e DFRR
23º Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	3	DFM

\* Ferramentas DFX que podem ser utilizadas para auxiliar o desenvolvimento das recomendações:  
DFA - Design for Assembly; DFD - Design for Disassembly; DFM - Design for Manufacturing;  
DFR - Design for Recyclability; DFRR - Design for Reuse/Remanufacturing.

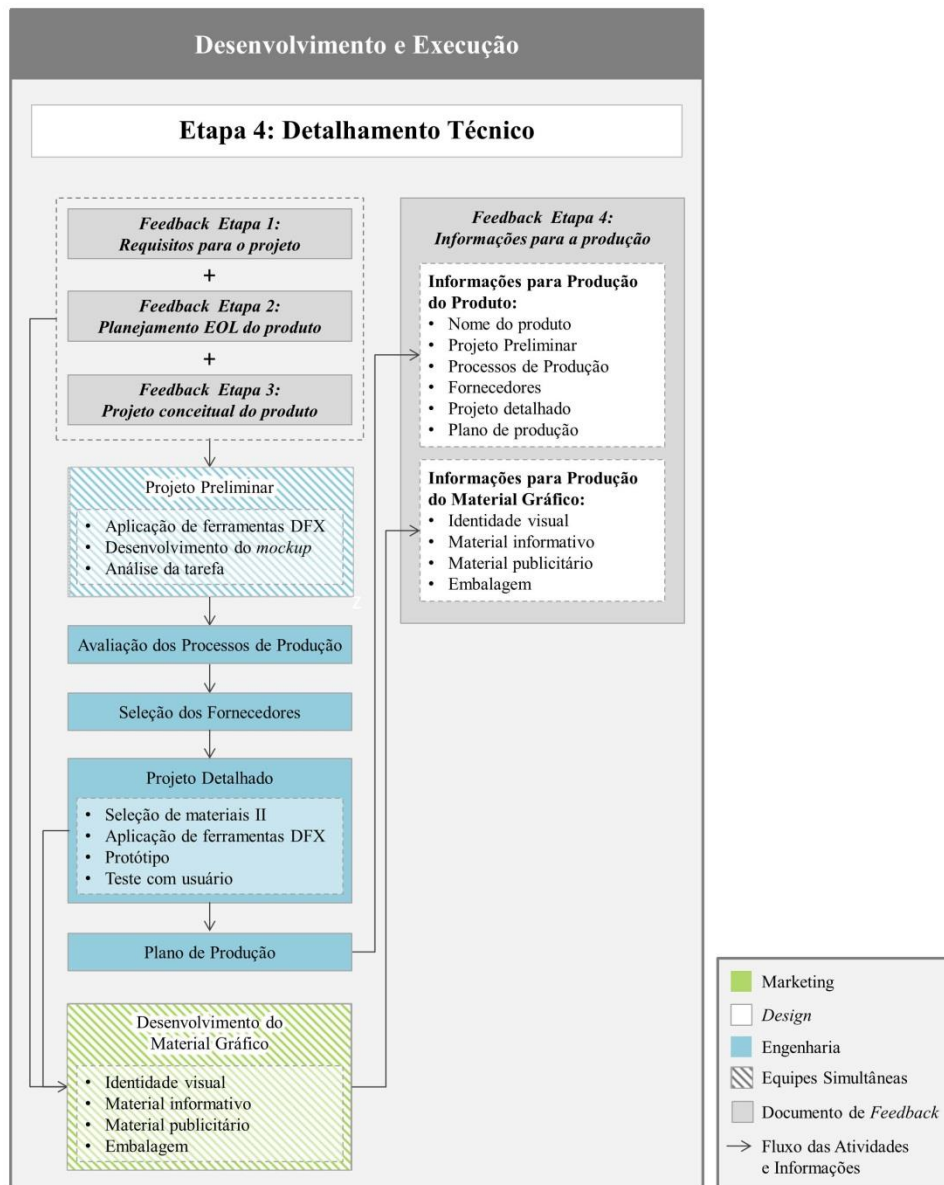
Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Consumidores	Pontuação	Ferramentas*
1º Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	77	DFM e DFR
2º Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	63	DFM e DFA
3º Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	54	DFM e DFR
4º Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	47	DFM e DFA
5º Projetar produtos mais leves e concentrados.	43	DFM e DFA
6º Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	43	DFM e DFA
7º Minimizar o peso dos produtos móveis.	41	DFM
8º Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	40	DFM e DFA
9º Analisar requisitos ergonômicos do público-alvo para garantir uma maior abrangência de usuários.	35	DFM
10º Permitir ajustes de consumo variável às exigências de função.	32	DFM
11º Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	32	DFM e DFA
12º Facilitar a economia de energia e/ou materiais durante o uso.	31	DFM
13º Incorporar mecanismos programáveis para desligamento automático.	30	DFM
14º Projetar sistemas de consumo passivo de recursos.	30	DFM
15º Usar sistemas de transmissão de energia de alta eficiência.	29	DFM
16º Projetar produtos com fonte energética própria e/ou adaptáveis a fontes energéticas alternativas (ex.: solar, mecânica).	28	DFM
17º Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	24	DFM e DFA
18º Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	21	DFM
19º Evitar cantos vivos e arestas afiadas.	18	DFM
20º Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	17	DFM
21º Evitar ligações/junções frágeis (aumentar resistência de partes sujeitas a avarias e rupturas).	15	DFM
22º Sinalizar ou proteger áreas de risco ao usuário.	15	DFM
23º Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto.	15	DFA, DFD, DFM e DFRR
24º Projetar partes e/ou componentes padronizados, intercambiáveis e/ou modulares.	15	DFA, DFD, DFM e DFRR
25º Projetar produtos prevendo o fornecimento de serviços.	14	DFA, DFD, DFM e DFRR
26º Projetar partes e/ou componentes para família de produtos.	14	DFA, DFD e DFM
27º Facilitar o acesso e a remoção de partes que necessitam de manutenção periódica (ex. limpeza, lubrificação, etc.).	14	DFA, DFD e DFM
28º Projetar para a atualização de <i>softwares</i> e <i>hardwares</i> .	14	DFRR
29º Projetar junto ao produto instruções e/ou instrumentos para a manutenção e montagem.	14	DFA, DFD e DFM
30º Projetar para reduzir as operações de manutenção e reparo.	14	DFA, DFD e DFM
31º Projetar produtos modulares e reconfiguráveis (adaptação a diversos ambientes e tipos de usuário).	13	DFA e DFD
32º Projetar produtos interativos com outros sistemas digitais (ex.: acesso remoto, internet, <i>bluetooth</i> ).	13	DFA e DFD
33º Projetar prevendo um segundo uso (reuso).	13	DFA, DFD, DFM e DFRR
34º Projetar produtos de uso compartilhado e/ou coletivo.	12	DFA, DFD, DFM e DFRR
35º Projetar características estéticas atemporais.	12	DFM
36º Facilitar o acesso e a remoção de partes e componentes que podem ser reutilizados e/ou remanufaturados.	12	DFA, DFD, DFM e DFRR
37º Projetar produtos multifuncionais e/ou com funções integradas.	11	DFA, DFD, DFM e DFRR
38º Prover sistemas de diagnóstico e/ou autodiagnóstico (de partes físicas e/ou digitais) para manutenção e reparo.	11	DFA, DFD e DFM
39º Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	8	DFD e DFR
40º Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	8	DFA, DFD e DFRR
41º Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	7	DFR e DFRR
42º Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'feito cascata'.	7	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
43º Projetar as partes estruturais separáveis das partes de acabamento.	7	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
44º Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	7	DFR e DFRR
45º Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	5	DFR e DFRR
46º Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	5	DFR e DFRR

\* Ferramentas DFX que podem ser utilizadas para auxiliar o desenvolvimento das recomendações:  
DFA - Design for Assembly; DFD - Design for Disassembly; DFM - Design for Manufacturing;  
DFR - Design for Recyclability; DFRR - Design for Reuse/Remanufacturing.

Recomendações de Projeto para Bens Multiuso Não Consumidores	Pontuação	Ferramentas*
1º Utilizar materiais compatíveis com a expectativa de vida útil dos produtos.	55	DFM
2º Evitar cantos vivos e arestas afiadas.	38	DFM
3º Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto.	36	DFA, DFD, DFM e DFRR
4º Projetar partes e/ou componentes padronizados, intercambiáveis e/ou modulares.	35	DFA, DFD, DFM e DFRR
5º Facilitar o acesso e a remoção de partes e componentes que podem ser reutilizados e/ou remanufaturados.	34	DFA, DFD, DFM e DFRR
6º Evitar ligações/junções frágeis (aumentar resistência de partes sujeitas a avarias e rupturas).	34	DFM
7º Sinalizar ou proteger áreas de risco ao usuário.	33	DFM
8º Projetar partes e/ou componentes para família de produtos.	32	DFA, DFD e DFM
9º Projetar junto ao produto instruções e/ou instrumentos para a manutenção e montagem.	32	DFA, DFD e DFM
10º Facilitar o acesso e a remoção de partes que necessitam de manutenção periódica (ex. limpeza, lubrificação, etc.).	31	DFA, DFD e DFM
11º Projetar produtos prevendo o fornecimento de serviços.	31	DFA, DFD, DFM e DFRR
12º Simplificar os projetos evitando configurações complexas.	31	DFM
13º Projetar para reduzir as operações de manutenção e reparo.	29	DFA, DFD e DFM
14º Projetar prevendo um segundo uso (reuso).	28	DFA, DFD, DFM e DFRR
15º Projetar produtos de uso compartilhado e/ou coletivo.	28	DFA, DFD, DFM e DFRR
16º Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto.	25	DFM e DFR
17º Projetar produtos modulares e reconfiguráveis (adaptação a diversos ambientes e tipos de usuário).	25	DFA e DFD
18º Projetar produtos multifuncionais e/ou com funções integradas.	24	DFA, DFD, DFM e DFRR
19º Projetar características estéticas atemporais.	22	DFM
20º Priorizar a utilização de materiais de baixo impacto considerando o maior número possível de etapas do ciclo de vida do produto.	21	DFM e DFR
21º Minimizar a quantidade de material (ex. evitar espessura / dimensionamento excessivo; uso de partes ocas, texturas, etc.).	20	DFM e DFA
22º Projetar para a construção com o mínimo de partes e etapas possível (ex. excluir partes ou componentes que não sejam estritamente funcionais; evitar sistemas complexos de montagem).	16	DFM e DFA
23º Minimizar o uso de diferentes tipos de material.	15	DFM e DFA
24º Projetar produtos mais leves e concentrados.	14	DFM e DFA
25º Minimizar o peso dos produtos móveis.	13	DFM
26º Adotar sistemas de simulação para testes (ex. protótipos, sistemas de simulação computadorizados).	10	DFM e DFA
27º Projetar produtos compactáveis para transporte e armazenamento.	8	DFM e DFA
28º Analisar requisitos ergonômicos do público-alvo para garantir uma maior abrangência de usuários.	8	DFM
29º Utilizar materiais reciclados seguindo a abordagem de 'feito cascata'.	7	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
30º Projetar as partes estruturais separáveis das partes de acabamento.	7	DFA, DFD, DFM, DFR e DFRR
31º Projetar estruturas que facilitem o processo de limpeza/higienização visando garantir a extensão da vida útil do produto.	7	DFA, DFD e DFRR
32º Facilitar a desmontagem evitando combinações que impossibilitem ou dificultem o processo de separação e reciclagem dos materiais.	7	DFD e DFR
33º Projetar para formas de produção de baixo consumo energético e baixa emissão de resíduos.	7	DFM e DFA
34º Fornecer informações adicionais, como número de reciclagens efetuadas ou aditivos utilizados na composição dos materiais.	6	DFR e DFRR
35º Posicionar dados sobre materiais de forma visível e preferencialmente diretamente sobre o produto.	6	DFR e DFRR
36º Fornecer ao usuário informações sobre o descarte correto do produto.	5	DFR e DFRR
37º Identificar os materiais conforme ABNT NBR ISO14021:2004.	5	DFR e DFRR

\* Ferramentas DFX que podem ser utilizadas para auxiliar o desenvolvimento das recomendações:  
DFA - Design for Assembly; DFD - Design for Disassembly; DFM - Design for Manufacturing;  
DFR - Design for Recyclability; DFRR - Design for Reuse/Remanufacturing.

**Etapa 4: Detalhamento Técnico** O Detalhamento Técnico do Projeto é onde a ideia gerada para o produto conceitual é transformado em especificações técnicas do produto e seus processos. Nesta etapa, a partir das informações dos documentos de Feedback das Etapas 1, 2 e 3 são desenvolvidas todas as especificações necessárias para o encaminhamento do projeto do produto à produção.



O documento *Feedback Etapa 4: Informações para a Produção* (figura abaixo) apresenta os resultados obtidos através do desenvolvimento das atividades da Etapa 4. O objetivo deste documento é registrar as informações geradas para que essas sejam utilizadas para a posterior produção do produto. Este documento adota uma linguagem imperativa em suas instruções para orientar o seu usuário sobre 'como' e 'quais' informações devem ser registradas.

*Feedback* Etapa 4: Informações para a Produção

**Informações para Produção do Produto**

**4.1 Nome do Produto**

Apresente o nome comercial desenvolvido para o produto.

**4.2 Projeto Preliminar**

Apresente o Projeto Preliminar testado e aprovado ao longo da execução da atividade. Descreva todos os detalhes definidos relevantes para a produção posterior do Projeto Detalhado, incluindo imagens do *mockup* desenvolvido, seus desenhos, informações importantes referentes à análise da tarefa, e outros dados que julgar necessário. Lembre-se de verificar as metas já estipuladas para o projeto, registradas nos documentos de *Feedback* das Etapas 1, 2 e 3, em especial as *Ações Estratégicas*, as *Normas e Patentes*, o *Storyboard do Produto*, o *Storyboard do Ciclo de Vida*, todas as estratégias definidas no documento *Feedback Etapa 2: Planejamento EOL do Produto*, as *Recomendações de Projeto* e o *Produto Conceitual*.

**4.3 Processos de Produção**

Defina os processos necessários para a produção das partes e componentes do produto em desenvolvimento, de acordo com a capacidade técnica da empresa e/ou de seus fornecedores. Lembre-se ao analisar os processos disponíveis de avaliar o seus desempenhos em relação as questões sustentáveis, como o uso de recursos e/ou energia, a geração de resíduos e refugos, o emprego de fornecedores e mão de obra local, etc.

**4.4 Fornecedores**

Defina os fornecedores em potencial para todas as etapas de produção do produto. Isso deve incluir fornecedores de matérias-primas, peças, partes, componentes, sistemas mecânicos e digitais, etc. conforme as necessidades da empresa e do projeto. Lembre-se que a seleção de fornecedores envolve muitos fatores relacionados com a gestão da cadeia de suprimentos, administrada pelas áreas superiores das empresas. No entanto, dentro desse limite, para garantir melhores desempenhos de sustentabilidade deve-se priorizar a utilização de fornecedores locais e/ou próximos, incluindo ainda uma avaliação geral sobre as atividades realizadas nos processos, produtos, mão-de-obra, etc. da empresa fornecedora.

**4.5 Projeto Detalhado**

Apresente o Projeto Detalhado testado e aprovado para a produção do produto. Descreva a especificação técnica completa do projeto, ex. dimensões, tolerâncias, materiais, processos de fabricação e montagem, os componentes e todos os detalhes técnicos importantes para que o produto possa encaminhado à manufatura. Lembre-se que esta atividade é a última a ser executada antes do produto adquirir sua forma física. Dessa forma, verifique se o produto atende à todas as metas estipuladas ao longo do projeto. Esta verificação final permitirá que possíveis correções sejam realizadas com custos reduzidos e garantirá a atendimento das orientações sustentáveis desejadas.

**4.6 Plano de Produção**

Defina os procedimentos necessárias para a montagem do produto desenvolvido. Lembre-se de descrever ou ilustrar detalhes importantes do processo.

**Informações para Produção do Material Gráfico**

**4.7 Identidade Visual**

Verifique as informações do documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* e desenvolva o conjunto de elementos gráficos que representam visualmente a personalidade do produto. Esses elementos devem incluir o logotipo, a paleta de cores, tipografias, grafismos, personagens, slogan e outros componentes que reforçam o conceito a ser comunicado através da imagem. Anexe a este documento a descrição detalhada e as imagens de todos os elementos criados para a identidade visual desenvolvida, e mantenha os arquivos digitais editáveis para a produção posterior dos outros materiais gráficos.

Lembre-se que a identidade visual criada para o produto deve corresponder ao perfil do mercado pretendido e de seu consumidor-alvo, assim como deve estar alinhada as estratégias da empresa, podendo ser tanto globais quanto específicas para uma linha de produtos. Em alguns casos, a construção da identidade visual pode se fundir a identidade da marca, a qual envolve atributos tangíveis e intangíveis, desde a percepção estética da marca até os seus valores éticos.

**4.8 Material Informativo**

Desenvolva os materiais informativos necessários para o produto desenvolvido, ex. manual de instruções, informativos sobre assistência técnica, termos de garantia, informativo sobre descarte, etc. Anexe a este documento as imagens e a descrição detalhada de todos os materiais informativos desenvolvidos, incluindo materiais, processos de produção e potenciais fornecedores, e mantenha os arquivos digitais editáveis para a posterior produção.

Lembre-se que o desenvolvimento desses materiais não é obrigatório e varia conforme as necessidades dos produtos, podendo ser: materiais impressos que acompanham o produto, etiquetas ou informações fixadas diretamente sobre o produto, informações disponibilizadas diretamente sobre as embalagens, informações divulgadas em meios eletrônicos, e outros. O desenvolvimento do material informativo deve reproduzir a identidade visual criada para o produto para manter a sua unidade visual.

**4.9 Material Publicitário**

Desenvolva os materiais publicitários necessários para a divulgação do produto, ex. folders, impressos, materiais para meio digital, display, totem, etc. Anexe a este documento as imagens e a descrição detalhada de todos os elementos desenvolvidos, incluindo materiais, processos de produção e potenciais fornecedores, e mantenha os arquivos digitais editáveis para a posterior produção.

Lembre-se que assim como os produtos e as embalagens, esses materiais possuem um ciclo de vida e de produção próprio que também devem ser observados com atenção, podendo inclusive ser desenvolvido através da utilização deste modelo. Todos os materiais publicitários desenvolvidos devem reproduzir a identidade visual criada para o produto. Seu desenvolvimento pode ser realizado tanto internamente nas empresas, pela equipe de design gráfico, quanto por empresas de publicidade terceirizadas.

**4.10 Embalagem**

Defina quais as embalagens serão necessárias para o produto desenvolvido:

- (a) **Embalagem Primária:** está em contato direto com o produto, ex. blister, cartucho, cartonada (papel cartão + polietileno de baixa densidade + alumínio), mista (dois ou mais materiais), multicamadas (alumínio + papel, papel + papelão), laminada (filme plástico metalizado + adesivo + filme plástico), flexível (saco, *stand-up-pouches*, etc.), lata de alumínio, lata de aço, entre outras.
- (b) **Embalagem Secundária:** designada para conter uma ou mais embalagens primárias, podendo não ser indicada para o transporte, ex. os mesmos das embalagens primárias.
- (c) **Embalagem Terciária:** agrupa diversas embalagens primárias ou secundárias para o transporte, ex. caixa de papelão, caixa de madeira, containers, filmes encolhíveis (*shrink*) para envoltórios ou para unitização, filmes esticáveis (*stretch*) para envoltório ou para amarração de carga na paletização, sacos de ráfia, entre outros.

Neste modelo recomenda-se que o projeto das embalagens seja desenvolvido paralelamente ao projeto do produto e adote as seguintes recomendações de projeto:

- (a) **Recomendações de Projeto para Bens Consumíveis** para embalagens descartáveis (utilizada para lacrar / vedar os produtos) ou embalagens de uso rápido (utilizada para armazenar os produtos até o final de seu consumo).
- (b) **Recomendações de Projeto para Bens Múltiplo Não Consumíveis** para embalagens reutilizáveis (utilizada para o mesmo fim para a qual foi concebida e projetada) ou embalagens reaproveitáveis (reutilizadas pelo consumidor para outros fins).

Como o projeto da embalagem é vinculado a um produto já desenvolvido, as informações contidas nas *Especificações do Projeto* definidas para o produto no documento *Feedback Etapa 1: Requisitos para o Projeto* devem ser mantidas também para a sua embalagem. Já o restante das atividades do modelo, responsáveis pela formulação das outras informações, devem ser novamente realizadas para o desenvolvimento da embalagem. Lembre-se de verificar completamente o projeto do produto e de sua embalagem para garantir que ambas as metas estejam alinhadas, e que as considerações para as embalagens já estabelecidas no projeto do produto sejam atendidas.

Anexe a este documento as imagens e a descrição detalhada de todos os elementos que compõem a embalagem, incluindo materiais, processos de produção e potenciais fornecedores, e mantenha os arquivos digitais editáveis para a posterior produção. Quando necessário, realize também o plano de produção para a montagem da embalagem. Assim como os outros materiais gráficos, as embalagens também devem reproduzir a identidade visual criada para o produto.

As questões apresentadas a seguir devem ser respondidas a partir da seleção de uma das alternativas (múltipla escolha). Os avaliadores também são convidados a comentar cada uma das questões e apresentar sua percepção geral sobre o modelo e os assuntos abordados. As informações obtidas neste questionário serão utilizadas única e exclusivamente para a revisão do modelo encaminhado para a avaliação.

1. Quanto ao conteúdo, você considera que o modelo **abrange as principais atividades** necessárias o processo de desenvolvimento de produtos?
  - Não abrange
  - Abrange pouco
  - Abrange parcialmente
  - Abrange quase totalmente
  - Abrange totalmente
  - Não sabe / Não opina
  - 1.1. Comentários: O que você considera que poderia ser modificado ou acrescentado às atividades propostas no modelo?
  
2. Quanto à sustentabilidade, como você avalia o **desempenho das atividades** propostas em relação ao desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade?
  - Terrível
  - Fraco
  - Média
  - Bom
  - Excelente
  - Não sabe / Não opina
  - 2.1. Comentários:
  
3. Quanto à utilização, como você avalia **a aplicação do modelo nas atividades diárias das empresas?**
  - Não aplicável
  - Pouco aplicável
  - Parcialmente aplicável
  - Muito aplicável
  - Totalmente
  - Não sabe / Não opina
  - 3.1. Comentários:
  
4. Quanto à utilização, como você avalia **a aplicação do modelo para o ensino em sala de aula?**
  - Inapropriado
  - Parcialmente inadequado
  - Nem apropriado nem inadequado
  - Parcialmente apropriado
  - Apropriado
  - Não sabe / Não opina
  - 4.1. Comentários:
  
5. Quanto à estrutura, como você avalia a **apresentação gráfica das figuras das Etapas e dos Feedbacks?**
  - Terrível
  - Fraco
  - Média
  - Bom
  - Excelente
  - Não sabe / Não opina
  - 5.1 Comentários: O que você considera que poderia ser melhorado?

6. Quanto à estrutura, como você avalia a **identificação dos responsáveis (equipes de projeto)** pelo desenvolvimento das atividades ao longo do modelo?

- Terrível
- Fraco
- Média
- Bom
- Excelente
- Não sabe / Não opina

6.1. Comentários: O que você considera que poderia ser melhorado?

7. Quanto à compreensão textual, como você avalia a **clareza das atividades** propostas nas figuras das Etapas?

- Terrível
- Fraco
- Média
- Bom
- Excelente
- Não sabe / Não opina

7.1. Comentários

8. Quanto à compreensão textual, como você avalia a descrição dos resultados que devem ser apresentados nos documentos de *Feedback*?

- Terrível
- Fraco
- Média
- Bom
- Excelente
- Não sabe / Não opina

8.1. Comentários:

9. Quanto à abrangência, você considera que esse modelo pode ser usado para diferentes abordagens de projeto de produtos? (respostas múltiplas)

- Redesign*
- PSS (*Product Service-System*)
- Design* Universal (produtos inclusivos)
- Design* Centrado no Usuário
- Outros. Quais? \_\_\_\_\_
- Não. Por quê? \_\_\_\_\_

10. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto à importância da sua realização para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

Etapa 1: Planejamento do Produto						
Atividades	Sem qualquer importância	Levemente importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	Não sabe / Não opina
Plano de marketing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação dos concorrentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificação da Categoria do Produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Definição da Estratégia de Sustentabilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação das questões legais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise do contexto do produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise do ciclo de vida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificação das melhores práticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto à importância da sua realização para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

Etapa 2: Planejamento EOL do Produto						
Atividades	Sem qualquer importância	Levemente importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	Não sabe / Não opina
Definição das Estratégias EOL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto à importância da sua realização para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

Etapa 3: Desenvolvimento Conceitual						
Atividades	Sem qualquer importância	Levemente importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	Não sabe / Não opina
Seleção das Recomendações de Projeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geração de Ideias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de plataforma, família e arquitetura do produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção de materiais I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de novas tecnologias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planejamento das ações de marketing (considerações iniciais)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto à importância da sua realização para o desenvolvimento de produtos orientados à sustentabilidade.

Etapa 4: Detalhamento Técnico						
Atividades	Sem qualquer importância	Levemente importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	Não sabe / Não opina
Projeto Preliminar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento de <i>mockup</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise da tarefa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação dos processos de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção dos fornecedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeto detalhado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção de materiais II	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Protótipo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teste com usuário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plano de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento do material gráfico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identidade Visual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Embalagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material informativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material publicitário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto ao nível de dificuldade enfrentada para a sua execução.

Etapa 1: Planejamento do Produto						
Atividades	Extremamente difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Extremamente fácil	Não sabe / Não opina
Plano de marketing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação dos concorrentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificação da Categoria do Produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Definição da Estratégia de Sustentabilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação das questões legais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise do contexto do produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise do ciclo de vida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificação das melhores práticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto ao nível de dificuldade enfrentada para a sua execução.

Etapa 2: Planejamento EOL do Produto						
Atividades	Extremamente difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Extremamente fácil	Não sabe / Não opina
Definição das Estratégias EOL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



16. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto ao nível de dificuldade enfrentada para a sua execução.

Etapa 3: Desenvolvimento Conceitual						
Atividades	Extremamente difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Extremamente fácil	Não sabe / Não opina
Seleção das Recomendações de Projeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geração de Ideias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de plataforma, família e arquitetura do produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção de materiais I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de novas tecnologias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação de Sustentabilidade: Seleção do melhor conceito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planejamento das ações de marketing (considerações iniciais)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Avalie as atividades apresentadas ao longo das fases quanto ao nível de dificuldade enfrentada para a sua execução.

Etapa 4: Detalhamento Técnico						
Atividades	Extremamente difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Extremamente fácil	Não sabe / Não opina
Projeto Preliminar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento de <i>mockup</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise da tarefa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação dos processos de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção dos fornecedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeto detalhado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seleção de materiais II	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicação de ferramentas DFX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Protótipo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teste com usuário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plano de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento do material gráfico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identidade Visual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Embalagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material informativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material publicitário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Conte-me um pouco mais sobre a sua percepção do modelo Processo de *Design* orientado à Sustentabilidade. *(Por favor, responda abertamente e com sinceridade)*

18. Quais pontos do modelo você considera positivo?

19. Quais pontos do modelo você considera que poderiam sofrer melhorias?

Agora me fale um pouco sobre você e sua experiência com o desenvolvimento de produtos. Essas informações me ajudarão a analisar se a experiência profissional dos Especialistas pode ou não influenciar sobre a compreensão do modelo apresentado. Não se preocupe, esse dados serão utilizados apenas para o controle da pesquisa e não serão divulgados.

### **Dados do Avaliador**

20. Nome:

21. Idade:

22. Principal atividade (área de atuação):

23. Tempo de experiência (na principal atividade):

24. Graduação (nome do curso):

25. Tempo de formação (graduação):

26. Você já possui Mestrado?

- Não
- Sim. Em que programa de pós-graduação você estudou?

27. Você já possui Doutorado?

- Não
- Sim. Em que programa de pós-graduação você estudou?

28. Você tem alguma experiência como professor(a) no meio acadêmico?

- Sim
- Não

*Se sim está selecionado:*

28.1. Em que instituições de ensino você trabalha ou já trabalhou?

28.2. Quais disciplinas você lecionou?

28.3. Quanto tempo durou a sua experiência como professor?

29. Você tem alguma experiência de trabalho que envolva o desenvolvimento de produtos?

- Sim
- Não

*Se sim está selecionado:*

29.1. Em que empresa(s) você trabalhou?

29.2. Qual era a sua atividade nessa(s) empresa(s)?

29.3. Por quanto tempo você trabalhou nessa(s) atividade(s)?

## APÊNDICE G - PERFIL DO GRUPO DE ESPECIALISTAS II

Quadro H.1. Perfil do Grupo de Especialistas II

Especialista	Idade	Principal Atividade	Tempo de experiência	Formação acadêmica	Tempo de formação	Mestrado	Doutorado	Experiência como professor no meio acadêmico	Empresa(s) onde trabalhou com desenvolvimento de produtos	Sua atividade nessa(s) empresa(s)	Tempo da experiência de trabalho
<b>E1</b>	NI	Professor do ensino superior	NI	Design Industrial	16 anos	UFPR – Engenharia Mecânica	<i>Brunel University London</i> – <i>Design Research</i>	UTFPR, UFPR, FESP	Criata Design e Comunicação Ltda. Solbravo Tecnologias Sustentáveis	Diretor de negócios e projetos Coordenador de projetos de pesquisa	NI
<b>E2</b>	60 anos	Gestão Universitária	20 anos	Design de Produtos	38 anos	PUCPR – PPGPES	-	PUCPR	Consultor na área moveleira e metal mecânica	Adequação de produtos a meios de produção	12 anos
<b>E3</b>	NI	Professor do ensino superior	NI	Desenho Industrial	17 anos	NI	Universidade Técnica de Lisboa – Engenharia Mecânica	UFSC, UFRN, Universidade de Sorocaba	Máquinas Agrícolas Jacto S.A.	Gerente de Projetos	8 anos
<b>E4</b>	57	Professor do ensino superior	30 anos	Desenho Industrial	NI	UFSC – Engenharia de Produção	UFSC – Engenharia de Produção	PUCPR, <i>Université de Savoie, Université de Montreal</i>	Lapalu e Ortomed	Designer de produtos, e Diretor de produção	7 anos
<b>E5</b>	26	Professor do ensino superior	2,5 anos	Design de Produtos	5 anos	PUCPR – PPGPES	-	PUCPR	Electrolux	<i>Designer</i> (na área de Usabilidade)	3 anos
<b>E6</b>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<b>E7</b>	47	<i>Designer e professor do ensino superior</i>	20 anos	Desenho Industrial – Projeto do Produto	18 anos	PUCPR – PPGPES	-	UFPR, PUCPR, SUSTENTARE	Megabox <i>Design</i>	Gestor e <i>Designer</i>	20 anos
<b>E8</b>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<b>E9</b>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<b>E10</b>	45	Desenv. de Produto	20 anos	Engenharia Mecânica	20 anos	PUCPR – PPGPES	-	UTFPR, PUCPR e Univ. Positivo	Electrolux, Siemens, e Aker Kvaerner	Desenvolvimento de Produtos	20 anos
<b>E11</b>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI



## APÊNDICE H - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS II

Quadro G.1. Média das avaliações dos Especialistas II referentes as questões 1 a 8 do questionário apresentado no Apêndice E.

Especialistas	Q1 Abrangência do conteúdo	Q2 Desempenho da sustentabilidade	Q3 Utilização em Empresa	Q4 Utilização no Ensino	Q5 Apresentação Gráfica	Q6 Identificação Responsáveis	Q7 Clareza	Q8 Descrição Resultados
<b>1</b>	5	-	3	5	4	4	3	-
<b>2</b>	5	5	4	5	5	5	4	5
<b>3</b>	5	4	5	5	4	4	4	4
<b>4</b>	5	4	4	5	4	4	4	4
<b>5</b>	4	5	5	5	4	4	4	4
<b>6</b>	5	4	4	5	4	5	5	5
<b>7</b>	5	4	4	5	4	4	4	4
<b>8</b>	5	5	4	5	4	4	4	4
<b>9</b>	5	4	4	5	4	4	4	4
<b>10</b>	5	5	4	5	4	4	4	4
<b>11</b>	4	4	5	5	5	5	5	5
<b>Média</b>	<b>4,82</b>	<b>4,40</b>	<b>4,18</b>	<b>5,00</b>	<b>4,18</b>	<b>4,27</b>	<b>4,09</b>	<b>4,30</b>

Onde, - : Não sabe / Não opina

1: Não abrange / Terrível / Não aplicável / Inapropriado

2: Abrange pouco / Fraco / Pouco aplicável / Parcialmente inapropriado

3: Abrange parcialmente / Média / Parcialmente aplicável / Nem apropriado nem inapropriado

4: Abrange quase totalmente / Bom / Muito aplicável / Parcialmente apropriado

5: Abrange totalmente / Excelente / Totalmente aplicável / Apropriado

Quadro G.2. Média das avaliações dos Especialistas II referentes as questões 10 a 13 do questionário apresentado no Apêndice E.

Especialistas	Q10								Q11	Q12							Q13																		
	Plano MKT	Concorrentes	Categorias	Estratégia	Q. Legais	A. Contexto	A. Ciclo Vida	M. Práticas	E. EOL	Recomendações	Geração Ideias	Plataforma	Ferramentas I	Materiais I	Novas Tecnol.	A. Sustentabilidade	Ações MKT	P. Preliminar	Ferramentas II	Mockup	A. Tarefa	A. P. Produção	Fornecedores	P. Detalhado	Materiais II	Ferramentas III	Protótipo	Teste Usuário	Plano Produção	M. Gráfico	Identidade Visual	Embalagem	Mat. Informativo	Mat. Publicitário	
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4
2	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4
5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4
6	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4
8	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4
10	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
11	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
<b>Média</b>	<b>4,09</b>	<b>4,45</b>	<b>4,36</b>	<b>4,64</b>	<b>4,55</b>	<b>4,55</b>	<b>4,91</b>	<b>4,64</b>	<b>4,45</b>	<b>4,64</b>	<b>4,55</b>	<b>4,27</b>	<b>4,36</b>	<b>4,64</b>	<b>4,45</b>	<b>4,82</b>	<b>4,00</b>	<b>4,45</b>	<b>4,27</b>	<b>4,55</b>	<b>4,45</b>	<b>4,64</b>	<b>4,36</b>	<b>4,64</b>	<b>4,73</b>	<b>4,27</b>	<b>4,73</b>	<b>4,55</b>	<b>4,45</b>	<b>4,09</b>	<b>4,09</b>	<b>4,36</b>	<b>4,18</b>	<b>4</b>	

Onde, -: Não sabe / Não opina; 1: Sem qualquer importância; 2: Levemente importante; 3: Moderadamente importante; 4: Muito importante; 5: Extremamente importante

Quadro G.2. Média das avaliações dos Especialistas II referentes as questões 14 a 17 do questionário apresentado no Apêndice E.

Especialistas	Q14								Q15	Q16							Q17																	
	Plano MKT	Concorrentes	Categorias	Estratégia	Q. Legais	A. Contexto	A. Ciclo Vida	M. Práticas	E. EOL	Recomendações	Geração Ideias	Plataforma	Ferramentas I	Materiais I	Novas Tecnol.	A. Sustentabilidade	Ações MKT	P. Preliminar	Ferramentas II	Mockup	A. Tarefa	A. P. Produção	Fornecedores	P. Detalhado	Materiais II	Ferramentas III	Protótipo	Teste Usuário	Plano Produção	M. Gráfico	Identidade Visual	Embalagem	Mat. Informativo	Mat. Publicitário
1	3	4	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	3	2	1	2	2	1	3	4	2	2	1	2	3	3	3	1	2	3	3	2	2	2	3	1	3	2	1	1	2	3	2	3	3	3
3	3	4	3	3	2	3	3	3	4	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3
4	2	3	2	3	2	1	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	3
5	3	5	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	4	4	3	3	4	3	5	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	5	5	5	5	4
7	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	5	5	4	4	3
8	3	4	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	4	4	4	4	5	3
9	2	3	2	3	2	1	4	2	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
10	3	5	3	3	4	4	5	3	4	4	4	4	3	4	2	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	5	5	5	5	4	4
11	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	5	5	3	3	3
<b>Média</b>	<b>3,09</b>	<b>3,82</b>	<b>2,55</b>	<b>2,82</b>	<b>2,91</b>	<b>2,55</b>	<b>3,73</b>	<b>3,09</b>	<b>3,18</b>	<b>3,09</b>	<b>3,27</b>	<b>3,27</b>	<b>2,73</b>	<b>3,27</b>	<b>2,64</b>	<b>2,55</b>	<b>3,27</b>	<b>3,18</b>	<b>2,82</b>	<b>3,45</b>	<b>3,45</b>	<b>3,36</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3,18</b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	<b>2,82</b>	<b>2,73</b>	<b>3,82</b>	<b>3,73</b>	<b>3,45</b>	<b>3,55</b>	<b>3,18</b>

Onde, -: Não sabe / Não opina; 1: Extremamente difícil; 2: Difícil; 3: Moderado; 4: Fácil; 5: Extremamente fácil

## ANEXO A – MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Macro Fases	PRÉ-DESENVOLVIMENTO			DESENVOLVIMENTO							PÓS-DESENVOLVIMENTO			
Fases	Intilação	Planejamento		Projeção				Implementação			Produção	Manutenção		
Etapas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Autores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Asimow (1962)	Necessidade primitiva	Estudo de exequibilidade		Projeto preliminar			Projeto detalhado		Planejamento para manufatura		Planejamento para distribuição		Planejamento para consumo	Planejamento para retirada
Archer (1968)		Estabelecer uma programação		Coletar dados	Analizar	Desenvolver					Comunicar			
Cain (1969)	Investigação		Concepção do projeto	Projeto do produto			Desenvolvimento do produto		Testes	Documentação para produção				
Kotler (1974)	Gerar ideias	Triagem de ideias		Desenvolver e testar o conceito	Desenvolver estratégia de MKG	Analisar mercado	Desenvolver o produto					Testes no mercado	Comercializar	
Jones (1976)	Divergência			Transformação		Convergência								
Pahl & Beitz (1977)	Tarefa	Esclarecimento e planejamento da tarefa			Projeto conceitual		Concretização do projeto	Projeto detalhado	Solução e documentação					
Bonsiepe (1978)	Descobrir uma necessidade	Analisar	Formular o problema	Levantar os requisitos	Fracionar o problema	Hierarquizar o problema	Analisar as soluções	Desenvolver alternativas	Selecionar alternativas	Detalhar	Prototipar	Avaliar	Modificar o protótipo	Fabricar pré-série
Crawford (1983)	Identificar e selecionar as oportunidades			Gerar o conceito			Avaliar o conceito	Desenvolver					Lançar no mercado	
Back (1983)				Estudo de viabilidade e projeto conceitual			Projeto preliminar	Projeto detalhado	Revisão e testes	Planejamento da produção		Planejamento de marketing	Planejamento para consumo e manutenção	Planejamento para obsolescência
VDI 2221 (1985)	Tarefa	Formulação das tarefas	Verificação das funções	Princípios das soluções	Estruturação para realização	Configuração dos módulos	Configuração do produto	Fixação das informações				Lançamento do produto		
Andraessen & Hein (1987)	Investigação da necessidade			Princípio do produto	Projeto do produto					Preparação para produção		Produção		
Suh (1988)	Identificar a necessidade	Requisitos funcionais		Atributos do produto	Prototipar					Produzir				
Vincent (1989)	Ideia			Estudo preliminar	Modelo de laboratório		Desenvolvimento / produção piloto / engenharia	Testes		Produção		Lançamento		
Clark & Fujimoto (1991)	Concepção do produto			Planejamento do produto			Projeto do produto		Projeto do processo					
Pugh (1991)		Especificação de projeto de produto			Projeto conceitual		Projeto detalhado			Manufatura				
Wheelwright & Clark (1992)	Gerar, conceber e desenvolver ideias			Determinar os requisitos e detalhar os projetos				Desenvolver o projeto selecionado		Produção piloto		Lançamento do produto		
Ullman (1992)		Planejamento			Projeto conceitual		Projeto de produto (documentação)			Produção				
Rosenthal (1992)	Ideia			Validação da ideia	Projeto conceitual		Especificação e projeto		Produção do protótipo e testes					
Cooper (Stage Gate) (1993)	Ideia	Estágio 1 Investigação preliminar	Estágio 2 Investigação detalhada	Estágio 3 Desenvolvimento			Estágio 4 Validação e teste	Estágio 5 Produção e lançamento						

continua...

Macro Fases	PRÉ-DESENVOLVIMENTO			DESENVOLVIMENTO								PÓS-DESENVOLVIMENTO		
Fases	Iniciação	Planejamento		Projeção				Implementação				Produção	Manutenção	
Etapas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Autores														
Bürdek (1994)	Identificar o problema	Analisar a situação		Definir o problema	Gerar alternativas			Avaliar a escolha		Realizar				
Shullmann (1994)	Estudos preliminares			Criação			Modelos tridimensionais	Realização (aperfeiçoamentos técnicos)	Industrialização					
Ulrich & Eppinger (1995)	Declaração da missão			Desenvolvimento do conceito		Projeto a nível de sistema	Projeto detalhado	Testes e refinamentos	Preparação para produção			Lançamento do produto		
Rozenbur & Eeckles (1995)		Análise do problema		Síntese de soluções	Simulação das soluções			Avaliação do projeto						
Clausing (1995)		Conceito		Projeto						Preparação	Produção			
Prasad (1997)	Definição da missão			Definição do conceito		Design do produto	Engenharia e análise	Prototipagem	Planejamento/operacionalização da engenharia	Operacionalização da Produção		Fabricação	Melhorias, suporte e entregas	
Magrab (1997)	Definição do produto			Geração de projetos viáveis				Avaliação de projetos	Projeto de produto e processo	Manufatura e montagem				
Dickson (1997)	Gerar ideias	Desenvolver o conceito	Planejar o desenvolvimento		Desenvolver e testar o produto							Lançar o Produto		
Cooper & Edgett (1999)	Ideias			Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto conceitual/detalhado			Preparação para produção				Lançamento do Produto	
Kaminski (2000)	Identificação da necessidade	Estudo de Viabilidade			Projeto básico	Projeto executivo			Planejamento da produção	Execução				
Cooper (2001)	Descoberta	E1 Definir escopo e mercado			E2 Definir a especificação		E3 Desenvolver o produto	E4 Testar e validar produto	E5 Implementar produção/marketing				Revisão pós lançamento	
Stuart Pug (2002)	Especificação de projeto de produto				Projeto conceitual	Projeto detalhado					Manufatura			
PRODIP (2003)			Planejamento do projeto	Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto preliminar	Projeto detalhado		Preparação para produção			Lançamento do produto	Validação	
Pahl et al. (2005)				Definição da concepção		Ante-projeto e detalhamento					Solução			
Crawford & Benedetto (2006)	Identificar e selecionar oportunidades	Geração de conceitos (necessidade)	Avaliação dos conceitos	Desenvolvimento								Lançamento do produto		
Rozenfeld et al. (2006)		Planejamento estratégico	Planejamento do projeto	Projeto informacional	Projeto conceitual			Projeto detalhado		Preparação para produção		Lançamento do produto	Acompanhamento do produto	Descontinuar o produto

Fonte: Pereira (2014).



## ANEXO B – FASES, ATIVIDADES E TAREFAS DO MODELO PDO

Quadro B.1. Fase de Projeto Informacional.

Atividades	Tarefas	Saídas
<i>Refinar ciclo de vida do produto e os clientes</i>	Definir os clientes/usuários ao longo do ciclo de vida do produto.	Lista dos clientes/usuários do produto.
	Coletar informações dos clientes/usuários do produto.	Documento com características detalhadas dos clientes/usuários.
	Hierarquizar as necessidades gerais e específicas dos clientes/usuários.	Necessidades gerais e específicas dos clientes/usuários.
<i>Identificar as necessidades dos clientes/usuários do produto</i>	Definir os clientes/usuários ao longo do ciclo de vida do produto.	Lista dos clientes/usuários do produto.
	Especificar o problema.	REALIZAR: (1) Extrair do plano de projeto as especificações para a ideia do produto, as informações dos usuários pretendidos e as exigências do produto. (2) Desenvolver as situações de uso do produto. (3) Aplicar os princípios tecnológicos e de uso para o produto.
	Adquirir uma compreensão melhor e comum do usuário.	REALIZAR: (1) Criar um perfil do usuário. (2) Investigar as relações entre os usuários. (3) Definir as atividades que serão realizadas pelos usuários e objetivos pretendidos dos usuários. (4) Detalhar as atividades em função-ação. (5) Identificar as conexões importantes entre funções e as diferentes ações.
	Coletar informações dos clientes/usuários do produto por meio de análise das funções: práticas, estéticas, simbólicas, ambientais, culturais (humanas), técnicas, mercadológicas e econômicas.	Documento com características detalhadas dos clientes/usuários.
	Hierarquizar as necessidades gerais e específicas dos clientes/usuários diante das várias funções do produto.	Necessidades gerais e específicas dos clientes/usuários.
<i>Estabelecer os requisitos dos clientes/usuários do produto</i>	Desdobrar as necessidades dos clientes em requisitos dos clientes por meio de requisitos: práticos, estéticos, simbólicos, ambientais, culturais (humanos), técnicas, mercadológicos e econômicos.	Requisitos dos clientes/usuários do produto.
	Verificar as informações contidas no plano do projeto: pesquisa de mercado, viabilidade técnica e econômica e análise de riscos do projeto.	Requisitos do projeto.
	Pesquisar informações dos requisitos das funções: práticas, estéticas, simbólicas, ambientais, culturais (humanas), técnicas, mercadológicas e econômicas.	Requisitos do projeto avaliados.
	Avaliar os requisitos dos clientes/usuários do produto.	Requisitos dos clientes/usuários do produto avaliados.
<i>Especificar os requisitos do projeto</i>	Decompor ou subdividir os requisitos do projeto: práticos, estéticos, simbólicos, ambientais, culturais (humanos), técnicas, mercadológicos e econômicos.	Requisitos detalhados do projeto.
	Avaliar os requisitos detalhados do projeto.	Requisitos detalhados do projeto avaliados.
	Hierarquizar os requisitos de design do produto.	Requisitos detalhados do projeto avaliados e hierarquizados.
<i>Analisar</i>	Verificar o atendimento dos requisitos dos	Avaliação detalhada comparativa dos requisitos

<b>Atividades</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Saídas</b>
<i>comparativamente os produtos concorrentes com os requisitos detalhados do projeto</i>	clientes/usuários do produto com as soluções existentes e similares ao produto proposto.	do projeto e similares de mercado.
	Verificar o atendimento dos requisitos detalhados de projeto com os existentes e similares ao produto proposto.	
<i>Estabelecer as especificações do produto</i>	Definir as especificações do projeto conforme os requisitos do projeto.	Especificações do projeto.
	Comparar as especificações do projeto com os produtos similares no mercado.	Comparativo das especificações do projeto.
	Identificar as normas e legislações vigentes do projeto proposto, bem como patentes registradas.	Identificação das normas e legislações vigentes.
	Revisar todas as especificações do projeto com o time de projeto e corrigir as possíveis falhas.	
	Emitir documento registrando todas as especificações de projeto.	Especificações do projeto.

Fonte: Adaptado de El Marghani (2010).

Quadro B.2. Fase de Projeto Conceitual.

<b>Atividades</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Saídas</b>
<i>Visualizar problemas essenciais de projeto (forças motrizes)</i>	Listar as variáveis principais do problema.	Lista das variáveis principais do problema.
	Agrupar as variáveis principais do problema (forças motrizes).	Documento agrupado das variáveis principais do problema.
	Hierarquizar as variáveis principais do problema (forças motrizes).	Lista hierarquizada das variáveis principais do problema.
<i>Gerar ideias preliminares</i>	Desenvolver ideias globais vindas dos problemas essenciais.	Ideias Preliminares.
	Avaliar as concepções viáveis técnica ou economicamente frente às necessidades dos clientes.	Concepções pré-avaliadas.
	DECIDIR: (1) Se há soluções preliminares suficientes encontradas nas etapas anteriores, parte-se para a etapa posterior. (2) Se não há soluções preliminares suficientes encontradas nas etapas anteriores, refazem-se as etapas anteriores. (3) Registrar o detalhamento dos sistemas, subsistemas e componentes (SSC).	
<i>Desenvolver as alternativas para o produto</i>	Desdobrar o produto em sistemas, subsistemas e seus componentes.	Requisitos dos clientes/usuários do produto.
	Definir as funções do sistema, subsistema e componentes correlacionadas às funções: práticas, estéticas, simbólicas, ambientais, culturais (humanas), técnicas, mercadológicas e econômicas.	Declaração das funções do produto.
	Pesquisar as soluções geradas.	Requisitos do Projeto avaliados.
	DECIDIR: (1) Se há solução adequada encontrada nas etapas anteriores, emite-se o documento e registra-se as informações dos sistemas, subsistemas e componentes. (2) Se não há solução adequada encontrada nas etapas anteriores, refaz-se as etapas anteriores de detalhar SSC, revisa-se e registra-se as informações do SSC.	
	Analisar os SSC do produto em requisitos: práticos, estéticos, simbólicos, ambientais, culturais (humanos), técnicas, mercadológicos e econômicos.	Análise dos SSC.
	Revisar a análise dos SSC gerados.	SSC revisados.
	DECIDIR: (1) Se há informação suficiente adequada encontrada na etapa anterior, emite-se o documento e registra-se as informações dos SSC. (2) Se não há informação suficiente adequada encontrada na etapa anterior, refaz-se a etapa anterior de detalhar os SSC, revisa-se o detalhamento e registra-se as informações dos SSC.	
	Emitir o documento com as informações dos SSC.	Documento com as informações dos SSC.
<i>Desenvolver os modelos bi e tri dimensionais</i>	Desenvolver os modelos para testar as soluções geradas do produto: <i>mock-up</i> , modelo volumétrico, modelo ergonômico, modelo técnico.	Detalhamento dos SSC.
	Testar os modelos	
	DECIDIR: (1) Se há detalhamento suficiente adequado proveniente da etapa anterior, emite-se o documento do plano detalhado do projeto e registra-se o detalhamento dos SSC. (2) Se não há detalhamento suficiente adequado elaborado na etapa anterior, refaz-se as etapas anteriores, revisa-se e registra-se o detalhamento dos SSC.	
	Alterar o detalhamento.	Documento com o plano detalhado do produto (SSC).

Fonte: Adaptado de El Marghani (2010).

Quadro B.3. Fase de Projeto Detalhado.

Atividades	Tarefas	Saídas
<i>Elaborar os desenhos do produto</i>	Detalhar os sistemas, subsistemas e componentes do produto em desenhos: (1) desenho técnico avançado, para expressar todos os detalhes técnicos para a produção industrial, utilizando ferramentas digitais do tipo CAD bi e tri dimensional; (2) modelagem de sólidos através de meios digitais; (3) <i>rendering</i> avançado; (4) técnicas fotográficas para produtos.	Detalhamento técnico do SSC.
	Revisar todo o detalhamento técnico do sistema, subsistema e componentes gerados.	
	DECIDIR: (1) Se há detalhamento suficiente adequado proveniente da etapa anterior, emite-se o documento com o detalhamento técnico do SSC e registra-se o detalhamento dos SSC. (2) Se não há detalhamento suficiente adequado elaborado na etapa anterior, refazem-se as etapas anteriores, revisa-se e registra-se o detalhamento dos SSC.	
	Emitir o documento registrando todo o detalhamento técnico do sistema, subsistema e componentes.	Documento com o detalhamento técnico do SSC.
<i>Construir o modelo experimental e/ou protótipo</i>	Desenvolver o modelo experimental e/ou protótipo para avaliar os aspectos: técnicos, econômicos, mercadológicos, práticos, estéticos, simbólicos e sócios culturais.	Modelo experimental e/ou protótipo construído.
	Avaliar o(s) modelo(s) experimental(ais).	Modelo experimental e/ou protótipo avaliado.
	DECIDIR: (1) Se a avaliação é satisfatória e suficiente, emite-se o documento com as avaliações realizadas e registram-se as avaliações elaboradas do modelo experimental e/ou protótipo. (2) Se a avaliação não é satisfatória e suficiente, refazem-se as avaliações dos aspectos do modelo experimental e/ou protótipo, revisa-se o documento de detalhamento técnico SSC e registram-se as avaliações elaboradas do modelo experimental e/ou protótipo.	
	Alterar modelo(s).	Modelo experimental e/ou protótipo avaliado.
<i>Desenvolver o plano de processo de fabricação</i>	Detalhar os SSC do produto.	Detalhamento do plano de processo de fabricação do produto.
	Revisar todo o detalhamento do plano de processo de fabricação do produto.	
	DECIDIR: (1) Se há detalhamento suficiente adequado proveniente da etapa anterior, emite-se o documento e registra-se o plano de processo de fabricação do produto. (2) Se não há detalhamento suficiente adequado elaborado na etapa anterior, refazem-se as etapas anteriores e registra-se o plano de processo de fabricação do produto.	
	Emitir o documento registrando todo o detalhamento do plano de processo de fabricação do produto.	Documento detalhado do plano de processo de fabricação do produto.

Fonte: Adaptado de El Marghani (2010).

Quadro B.4. Fase de Preparação para a Produção.

<b>Atividades</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Saídas</b>
<i>Implementar os planos de marketing e plano de lançamento do produto</i>	Revisar os prazos (lote piloto, lote inicial e lançamento do produto).	Cronograma para prazos lote piloto, lote inicial e lançamento do produto.
	Desenvolver o plano de propaganda do produto.	Plano de propaganda desenvolvido.
	Desenvolver o plano de lançamento do produto.	Plano de lançamento desenvolvido.
<i>Executar plano de fabricação do produto</i>	Detalhar o plano de montagem do produto.	Plano de montagem do produto.
	DECIDIR: (1) Se há detalhamento suficiente adequado proveniente da etapa anterior, emite-se o documento para a gerência de projetos e aguarda-se a liberação da construção/aquisição do ferramental necessário. (2) Se não há detalhamento suficiente do plano de montagem, refaz-se a etapa anterior e registra-se o plano de montagem do produto.	
	Liberar a construção do ferramental necessário.	Liberação para a construção do ferramental necessário.
	Implementar o plano de processo de fabricação do produto.	Documento do plano de montagem do produto.
<i>Construir o protótipo de produção</i>	Desenvolver o protótipo de produção e detalhar os aspectos construtivos do protótipo para a produção.	Protótipo para produção construído.
	Validar o protótipo de produção.	Protótipo para produção construído.
	Alterar protótipo de produção.	Protótipo para produção validado.
<i>Fabricar um lote piloto de produtos</i>	Providenciar os componentes do produto.	Desenvolver os fornecedores./ Pedir os componentes do produto.
	Iniciar o processo de fabricação do lote piloto.	Fabricação do lote piloto.
	Realizar os testes de laboratório, campo e clínicas com o produto fabricado.	Relatórios dos testes realizados com o produto.
	Realizar avaliação ergonômica do posto de trabalho.	Processo de montagem avaliado ergonomicamente.
	Avaliar o lote piloto.	Lote piloto avaliado.
	DECIDIR: (1) Se as avaliações do lote piloto forem satisfatórias, libera-se a construção do ferramental necessário e registra-se o documento de avaliação do lote piloto. (2) Se as avaliações não correspondem ao plano de montagem e ao detalhamento técnico dos SSC, revisa-se o plano de montagem e detalhamento técnico dos SSC e registra-se a avaliação do lote piloto.	
	Concluir a fabricação do lote piloto do produto.	Documento sinalizando a conclusão da fabricação do lote piloto do produto e autorização do produto para linha de produção.

Fonte: Adaptado de El Marghani (2010).

Quadro B.5. Fase de Lançamento do Produto.

<b>Atividades</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Saídas</b>
<i>Preparar o lote inicial de produtos</i>	Providenciar os componentes do produto.	Pedir os componentes do produto.
	Iniciar o processo de fabricação do lote inicial.	Fabricação do lote inicial.
	Realizar os testes de laboratório, campo e clínica com o produto fabricado.	Relatório dos testes realizados com o produto.
	Avaliar o lote inicial.	Lote inicial avaliado.
	DECIDIR: (1) Se as avaliações do lote inicial forem satisfatórias, libera-se a construção do ferramental necessário e registra-se o documento de avaliação do lote inicial. (1) Se as avaliações do lote inicial não correspondem ao plano de marketing e ao detalhamento técnico dos SSC, revisa-se o plano de montagem e detalhamento técnico SSC e registra-se a avaliação do lote inicial.	
	Concluir a fabricação do lote inicial do produto.	Documento sinalizando a conclusão da fabricação do lote inicial do produto e autorização do produto para linha de produção.
<i>Autorizar a linha de produção do produto</i>	Detalhar as características alteradas no produto se houver.	Detalhamento das características alteradas no produto se houver.
	Homologar e/ou certificar o novo produto.	Produto certificado e/ou homologado.
	Indicar os códigos das partes do produto para controle da produção.	Relatório com os códigos indicados.
	Cadastrar o produto.	Cadastro do novo produto na empresa.
	Produzir em série o produto.	Produção seriada do novo produto.
	Liberar o produto para lançamento no mercado.	Liberação para lançamento no mercado.
<i>Promover marketing do produto</i>	Declarar o objetivo geral e os objetivos específicos do plano de marketing.	Objetivos do plano de marketing.
	Revisar a pesquisa de mercado.	Documento da revisão da pesquisa de mercado.
	Diagnosticar a situação atual do marketing (produto, preço, distribuição, promoção e propaganda).	Documento com diagnóstico de marketing.
<i>Lançar o produto no mercado</i>	Determinar os canais de distribuição.	Canais de distribuição determinados.
	Promover as vendas.	Documento com a descrição da promoção de vendas.
	Determinar a estratégia de propaganda	Documento com a estratégia de propaganda.
	Determinar a publicidade (eventos realizados, veículos para divulgação, etc.)	Documento com dados da publicidade determinados.

Fonte: Adaptado de El Marghani (2010).

## ANEXO C – ATIVIDADES, PASSOS E REFLEXÕES DO PDP DE ULRICH E EPPINGER

Quadro C.1. Fase de Planejamento.

Atividades	Passos	...reflexões
<i>Identificação da oportunidade</i>	<p>Estabelecer uma ‘missão/objetivo’ para o novo projeto. Gerar muitas oportunidades. Projetar as oportunidades. Desenvolver oportunidades promissoras. Selecionar as oportunidades excepcionais. Refletir...</p>	<p>Quantas das oportunidades identificadas vieram de fontes internas <i>versus</i> fontes externas? Foram consideradas dezenas ou centenas de oportunidades? Foi a ‘missão/objetivo’ inovação muito centrada? Foram os nossos critérios de filtragem tendenciosa, ou em grande parte com base nas melhores estimativas possíveis de eventual sucesso do produto? Os resultados das oportunidades são estimulantes para a equipe?</p>
<i>Planejamento do produto</i>	<p>1. Identificar oportunidades. Avaliar e priorizar projetos. Alocar recursos e planejar cronogramas. Completar o planejamento do pré-projeto. Refletir...</p>	<p>É o funil de coleta de oportunidade um conjunto emocionante e diversificado oportunidades de produtos? Será que o plano de produto apoia a estratégia competitiva da empresa? Será que o plano de produto abordar as oportunidades atuais mais importantes para a empresa? O total de recursos alocados para o desenvolvimento do produto é suficiente para prosseguir a estratégia competitiva da empresa? Existem formas criativas de alavancagem de recursos finitos sendo considerados, tais como o uso de plataforma de produtos e parcerias com fornecedores? Será que a equipe principal aceita os desafios resultantes da ‘missão/objetivo’? Os elementos da ‘missão/objetivo’ são consistentes? As premissas listadas na ‘missão/objetivo’ são realmente necessário ou o projeto é muito restritivo? O processo de planejamento do produto pode ser melhorado?</p>
<i>Identificação das necessidades dos consumidores</i>	<p>1. Reunir dados brutos dos consumidores. 2. Interpretar os dados brutos em termos de necessidades dos consumidores. 3. Organizar as necessidades em hierarquias primárias, secundárias e outras, se necessário. 4. Estabelecer uma relação de importância para as necessidades. 5. Refletir...</p>	<p>Interagimos com todos os tipos de consumidores importantes no nosso mercado alvo? Somos capazes de ver além das necessidades relacionadas aos produtos existentes a fim de capturar necessidades latentes de nossos consumidores alvo? Existem áreas de investigação que poderíamos buscar nas entrevistas e pesquisas? Qual dos consumidores com quem falamos seriam bons participantes para nosso melhoramento contínuo? O que sabemos agora que não sabíamos quando começamos? Fomos surpreendidos por alguma necessidade? Todos que precisam ter um profundo conhecimento sobre as necessidades dos consumidores foram envolvidos? Como poderíamos melhorar o processo em trabalhos futuros?</p>
<i>Especificações do produto</i>	<p>1. Preparar a lista de métricas. 2. Coletar informações do <i>benchmarking</i> competitivo. 3. Definir ideias e valores-alvo marginalmente aceitáveis. 4. Refletir...</p>	<p>É um produto vencedor? Quanta incerteza existe no modelo técnico e de custo? O conceito escolhido pela equipe é o mais adequado para o mercado alvo ou pode ser melhor aplicado em outro mercado? A empresa poderia iniciar um trabalho formal para desenvolver melhor um modelo técnico de algum aspecto de desempenho do produto para uso futuro?</p>

Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2012).

Quadro C.2. Fase de Desenvolvimento Conceitual.

Atividades	Passos	...reflexões
<i>Gerar conceito</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esclarecer o problema (compreender, decompor e focar nos subproblemas críticos).</li> <li>2. Procurar externamente (usuários líderes, <i>experts</i>, patentes, literatura, <i>benchmarking</i>).</li> <li>3. Procurar internamente (individual e grupo).</li> <li>4. Explorar sistematicamente.</li> <li>5. Refletir...</li> </ol>	<p>A equipe de desenvolvimento está confiante que o espaço para solução foi totalmente explorado?</p> <p>Existe um diagrama de função alternativa?</p> <p>Existe um caminho alternativo para decompor o produto?</p> <p>As fontes externas foram completamente perseguidas?</p> <p>As ideias da equipe foram aceitas e integradas ao processo?</p>
<i>Selecionar conceito</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparar a matriz de seleção.</li> <li>2. Avaliar os conceitos.</li> <li>3. Classificar os conceitos.</li> <li>4. Combinar e melhorar os conceitos.</li> <li>5. Selecionar um ou mais conceitos.</li> <li>6. Refletir...</li> </ol>	<p>De qual forma o método de seleção do conceito facilitou a tomada de decisão da equipe?</p> <p>Como esse método pode ser modificado para melhorar o desempenho da equipe?</p>
<i>Testar conceito</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir o objetivo para o teste do conceito.</li> <li>2. Escolher uma população para a pesquisa.</li> <li>3. Escolher o formato da pesquisa.</li> <li>4. Comunicar o conceito (verbalmente, <i>sketches</i>, <i>rendering</i>, <i>storyboard</i>, vídeos, etc.).</li> <li>5. Medir a resposta dos consumidores.</li> <li>6. Interpretar os resultados.</li> <li>7. Refletir...</li> </ol>	<p>O conceito foi comunicado de uma forma que é susceptível de provocar a resposta do cliente que reflete a intenção verdadeira?</p> <p>A previsão resultante consistente com as taxas de vendas observadas em produtos similares?</p>

Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2012).

Quadro C.3. Fase de Projeto do Sistema.

Atividades	Passos	...reflexões
<i>Arquitetura do Produto</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Criar uma representação esquemática do produto.</li> <li>2. Agrupar os elementos da representação esquemática.</li> <li>3. Criar um esboço geométrico do layout.</li> <li>4. Identificar as interações fundamentais e secundárias.</li> </ol>	
<i>Outras Atividades Importantes</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Diferenciação tardia.</li> <li>6. Planejar a plataforma do produto.</li> <li>7. Definir sistemas secundários do produto.</li> <li>8. Estabelecer a arquitetura das partes do produto.</li> <li>9. Fornecer o detalhamento das especificações.</li> </ol>	<p>Refletir sobre a diferenciação tardia, sistemas de montagem e logística.</p> <p>Refletir sobre diferenciação e uniformidade no produto.</p>

Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2012).



Quadro C.4. Fase de Projeto Detalhado.

Atividades	Passos	...reflexões
<i>Avaliação do Ciclo de Vida (LCA)</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prepare opções de <i>design</i> propostas.</li> <li>2. Identificar ciclo de vida, incluindo a reciclagem e eliminação.</li> <li>3. Identificar todos os materiais e fontes de energia utilizadas.</li> <li>4. Identificar saídas e fluxos de resíduos</li> <li>5. Quantificar os impactos de cada material, energia, resíduo.</li> <li>6. Agregar impactos em categorias para comparação.</li> </ol>	<p>Pensar sobre o impacto ambiental dos produtos e serviços que utilizamos.</p> <p>Projetar produtos e processos com materiais industriais que podem ser reciclados continuamente sem perda de desempenho, criando assim novos materiais industriais.</p> <p>Projetar produtos e processos com materiais naturais que podem ser totalmente devolvido aos ciclos naturais da Terra, criando assim novos materiais naturais.</p> <p>Projetar produtos e processos que não produzem materiais não naturais ou tóxicos que não podem ser processados de forma segura tanto por ciclos naturais ou industriais.</p> <p>Projetar produtos e processos com fontes limpas e renováveis de energia, em vez de combustíveis fósseis.</p>
<i>Design for Manufacturing</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estimar custos de manufatura.</li> <li>2. Reduzir custos dos componentes.</li> <li>3. Reduzir custos de montagem.</li> <li>4. Reduzir custos de suporte de produção.</li> <li>5. Considerar o impacto das decisões de DFM nos outros fatores.</li> </ol>	<p>Refletir sobre o impacto das decisões DFM sobre a equipe de desenvolvimento, custos de desenvolvimento, qualidade do produto e fatores externos (reutilizar componentes e custos com ciclo de vida).</p>
<i>Processo de Projeto Robusto</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar fatores de controle, fatores de ruído e métricas de desempenho.</li> <li>2. Formular uma função objetiva.</li> <li>3. Desenvolver um plano experimental.</li> <li>4. Executar o experimento.</li> <li>5. Conduzir a análise.</li> <li>6. Selecionar e confirmar os pontos de ajuste dos fatores.</li> <li>7. Refletir e repetir...</li> </ol>	<p>Reconsiderar os pontos de ajuste escolhidos para os fatores que indica um <i>trade-off</i> entre desempenho e robustez.</p> <p>Explorar as interações entre alguns fatores a fim de futuramente melhorar o desempenho.</p> <p>Afinar os parâmetros dos pontos de ajuste usando valores entre os níveis testados ou fora dessa faixa.</p> <p>Investigar outros ruídos e/ou fatores de controle que não foram inclusos no experimento inicial.</p>

Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2012).

Quadro C.5. Fase de Testes e Refinamento.

Atividades	Passos	...reflexões
<i>Planejamento para Protótipos</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir o propósito para o protótipo.</li> <li>2. Estabelecer o nível de aproximação do protótipo.</li> <li>3. Esboçar o plano experimental.</li> <li>4. Criar um cronograma para aquisição, construção e teste.</li> </ol>	<p>Os marcos para desenvolvimento de protótipos (quantidade e ritmo de desenvolvimento) devem ser definidos no planejamento do projeto e elementos chave do plano global de desenvolvimento do projeto.</p>
<i>Outras Atividades Importantes</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar e definir os tipos de protótipos que serão desenvolvidos.</li> </ol>	<p>Protótipos analíticos são geralmente mais flexíveis do que protótipos físicos (do ponto de vista de teste de design).</p> <p>Protótipos físicos são necessários para detectar fenômenos inesperados.</p> <p>Protótipos podem reduzir os riscos de iterações caras.</p> <p>Protótipos podem acelerar outras etapas de desenvolvimento.</p> <p>Protótipos podem reestruturar dependências entre tarefas.</p>

Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2012).



## ANEXO D – PROCESSOS, SUBPROCESSOS E RESULTADOS DO MSDS

Quadro D.1. Estágio de Análise Estratégica.

Processos	Subprocessos	Resultados
<i>Analisar os proponentes do projeto e delinear o contexto de intervenção</i>	Definir escopo da intervenção do projeto.	Documento que especifica o escopo de intervenção e resumo do projeto.
	Análise promotora do projeto.	Resumo da análise promotora do projeto: missão; <i>expertise</i> principal; SWOT; e, cadeia de valor (atores, estrutura, etc.).
<i>Analisar o contexto de referência</i>	Análise do sistema de produção e consumo para o escopo de intervenção do projeto.	Resumo da análise do sistema de produção e consumo para o escopo de intervenção do projeto: identificação dos atores e suas interações; e, identificação das dinâmicas tecnológicas, culturais e regulamentares.
	Análise da concorrência.	Resumo da análise da concorrência: quem são os concorrentes e quais são as ofertas mais inovadoras; e, como é a posição de análise competitiva da segmentação do mercado.
	Análise do cliente e/ou usuário final.	Resumo das necessidades do cliente e/ou usuário final: análise das necessidades expressas e latentes.
<i>Analisar a estrutura de suporte do sistema</i>	Análise geral das macrotendências.	Relatório sobre tendências macro (sociais, econômicos e tecnológicos) e sua influência no contexto de referência.
<i>Analisar casos de melhores práticas sustentáveis*</i>	Identificação e análise dos casos de excelência.	Resumo dos casos de análise de excelência, descrevendo: oferta de composição e interação com o usuário; atores que produzem e entregam a oferta; e, características de sustentabilidade.
<i>Analisar a sustentabilidade do sistema existente e determinar prioridades para a intervenção de projeto em vista da sustentabilidade*</i>	Análise do contexto existente a partir dos pontos de vista ambiental, sócio ético e econômico.	Resumo da análise dos sistemas existentes.
	Definir as prioridades do projeto.	Definição da prioridade de projeto para cada dimensão da sustentabilidade
<i>Avaliação da suficiência necessária**</i>	Observar os usuários e conduzir a análise de tarefas.	Resumo do comportamento do usuário e de como operam os sistemas existentes.
	Definir os produtos materiais / serviços imateriais, atores e fluxos no sistema existente.	Lista de produtos/serviços e atores ( <i>stakeholders</i> ) no sistema existente.
	Mapear a interação atual dos <i>stakeholders</i> .	Mapas do sistema que ilustram as relações dos <i>stakeholders</i> no sistema atual
	Detectar alterações / drivers fundamentais relacionadas com a situação existente.	Resumo das tendências futuras relacionadas com a situação existente
	Avaliar se condutas existentes estão em linha com os princípios da SEP. Avaliar o nível atual de suficiência.	Resumo do Nível de Suficiência da situação existente em uma escala de 0-6
	Avaliar o ‘equilíbrio’ da situação existente.	Visualizar o equilíbrio do Nível de Suficiência da situação atual para as 4 dimensões (Pessoas, Planeta, Lucro e Tecnologia) e os 3 componentes dentro de cada dimensão (razoabilidade, moderação e autoimunidade)

\*Processos orientados à sustentabilidade; \*\*Projeto para processos de suficiência econômica.

Fonte: Adaptado de Vezzoli *et al.* (2014).

Quadro D.2. Estágio de Explorar Oportunidades.

<b>Processos</b>	<b>Subprocessos</b>	<b>Resultados</b>
<i>Geração de ideias orientadas à sustentabilidade*</i>	Definir unidade de satisfação.	Documento especificando unidades de satisfação e sub-satisfação.
	Workshop para sistema de geração de ideias sustentáveis.	Conjunto de sistemas de ideias com características de sustentabilidade ambiental, sócio ética e econômica.
<i>Delinear um cenário de projeto orientado à sustentabilidade</i>	Definir grupos e ideias individuais, identificar os diagramas de polaridade promissores, polarizar ideias e definir visões.	Diagrama de polaridade com ideias polarizadas. Diagrama de polaridade com visões. Descrição de grupos individuais e ideias individuais. Documentos audiovisuais que podem visualizar conceitos e sequências e promover conversas coletivas.
	Identificação dos pontos fortes e fracos que existem agora e futuras oportunidades e ameaças. Análise SWOT da empresa em relação aos princípios de Suficiência Econômica	Análise SWOT. SEP relevante para análise SWOT.
<i>Exploração de oportunidade de suficiência**</i>	Identificar condutores da empresa, metas e objetivos do projeto	Documento com a identificação dos condutores do projeto. Documento com a definição das metas e objetivos de projeto (como uma empresa ou como um sistema fornecedor).
	Gerar conhecimento e ideias de sistema orientado à moralidade	Lista de conhecimento e ideias moralmente promissoras.
	Gerar sistema de ideias promissoras para suficiência. Visualizar sistema de ideias promissoras para suficiência.	Documento com ideias e <i>sketches</i> gerados.

\*Processos orientados à sustentabilidade; \*\*Projeto para processos de suficiência econômica.

Fonte: Adaptado de Vezzoli *et al.* (2014).

Quadro D.3. Estágio de Projetar Conceitos do Sistema.

<b>Processos</b>	<b>Subprocessos</b>	<b>Resultados</b>
<i>Selecionar grupo de ideias e/ou ideias individuais</i>	Selecionar o grupo de ideias e/ou ideias individuais mais promissoras (do ponto de vista da economia, da viabilidade tecnológica e aceitabilidade do usuário).	Diagrama de polaridade com ideias e grupo de ideias selecionadas. Documento explicando a seleção.
<i>Desenvolver conceitos do sistema</i>	Definir as interações entre os atores e o novo sistema.	Mapa de atores no novo sistema e suas interações (fluxos de material, informações e dinheiro).
	Definir o conceito dos produtos e serviços que serão oferecidos.	Imagens e textos que resumem as principais funções entregues ao usuário.
	Narração das interações do usuário com o sistema e das interações dos outros atores na entrega da oferta	Sequência das interações que ocorrem durante a produção e entrega da oferta. Documentos audiovisuais que podem visualizar pontos de vista alternativos. Documentos audiovisuais que podem visualizar sequências das ações.
<i>Avaliação ambiental, sócio ética e econômica*</i>	Melhoria do potencial de avaliação ambiental, sócio ética e econômico para os conceitos do sistema.	Descrição do potencial de melhoria para todos os critérios de cada dimensão.
	Visualizar melhorias ambientais, sócio éticas e econômicas.	Diagramas de radar mostrando melhorias dos aspectos ambientais, sócio éticas e econômicos. Visualização das interações que suportam melhorias de sustentabilidade.
<i>Projeto da suficiência do sistema**</i>	Criar conceitos através da seleção das ideias relevantes e combiná-los em temas. Selecionar o tema mais promissor e continuar a desenvolvê-lo usando ferramentas relevantes para o projeto do sistema.	<i>Sketches</i> de ideias para novo <i>Sufficiency PSS</i> (SE-PSS) <i>System maps</i> , etc.

\*Processos orientados à sustentabilidade; \*\*Projeto para processos de suficiência econômica.

Fonte: Adaptado de Vezzoli *et al.* (2014).

Quadro D.4. Estágio de Projetar Detalhes do Sistema.

Processos	Subprocessos	Resultados
<i>Detalhar o projeto do sistema</i>	Definir as especificações de interação entre os atores (primários e secundários) no novo sistema.	Mapa detalhado dos atores principais e secundários e suas relações (fluxo de material, informação e dinheiro).
	Definir as especificações do conjunto de produto e serviço que será oferecido (funções primárias e secundárias).	Imagens e textos das funções principais e secundárias entregues ao usuário.
	Definir as especificações do serviço para o usuário e as interações de outros atores durante a entrega da oferta.	Narração da sequência de todas as interações que ocorrem na produção e entrega da oferta.
	Especificar o papel, contribuição e motivação de cada ator.	Matrix indicando a contribuição feita por cada ator para a parceria, os benefícios esperados e potenciais conflitos.
	Definir elementos materiais e não materiais necessários para a entrega do oferecido (e definir quem irá projetá-lo, produzi-lo e entregá-lo).	Mapa indicando os elementos requeridos pelo sistema e o papel dos atores na sua projeção, produção e entrega.
<i>Desenvolver a implementação da suficiência do sistema</i>	Construir um plano de operação completo.	Documentos e <i>storyboards</i> que detalham o novo <i>Sufficiency PSS</i> relativos ao seu funcionamento, funções, soluções e componentes necessários em cada etapa operacional.
	Definir e projetar componentes.	Lista e projeto dos componentes que suportam o novo <i>Sufficiency PSS</i> em cinco categorias: ferramentas, regras de interação, competências requeridas, informações fornecidas e contexto.
<i>Avaliação ambiental, sócio ética e econômica*</i>	Definir melhorias ambientais, sócio éticas e econômicas esperadas a partir da implementação do sistema.	Definição do potencial de melhoria para cada critério de cada dimensão da sustentabilidade.
	Visualizar resultados.	Diagrama de radar indicando melhorias. Visualização das interações.
<i>Avaliação da suficiência do projeto**</i>	Avaliação da suficiência do novo PSS.	Visualização da profundidade das melhorias do novo <i>Sufficiency PSS</i> em comparação a outro existente na escala de 0-6.
	Avaliação da profundidade da suficiência em termos de 'equilíbrio' e na comparação a outro sistema existente (para cada componente em nas 4 dimensões – pessoas, planeta, lucro e tecnologia).	Visualização do 'equilíbrio' do novo nível de suficiência do <i>Sufficiency PSS</i> nas 4 dimensões e em comparação a outro sistema existente.

\*Processos orientados à sustentabilidade; \*\*Projeto para processos de suficiência econômica.

Fonte: Adaptado de Vezzoli *et al.* (2014).

Quadro D.5. Estágio de Comunicação.

<b>Processos</b>	<b>Subprocessos</b>	<b>Resultados</b>
<i>Elaboração da documentação para a comunicação da sustentabilidade</i>	Comunicar as prioridades de projeto para as soluções sustentáveis	Documento indicando prioridades de projetos para cada dimensão da sustentabilidade.
	Comunicar as características gerais do PSS	Documento com as características gerais de inovação dos agentes que compõem o sistema e suas interações com o conjunto de produtos e serviços que compõem o sistema, e as interações entre os usuários e a oferta. Documento audiovisual fornecendo diversas imagens mentais envolvidos nos conceitos do sistema desenvolvidos.
	Comunicar as características de sustentabilidade do PSS	Documento com as características de sustentabilidade das soluções de melhoria ambientais, sócio éticas e econômicas. Os elementos do sistema que trazem melhorias.

\*Processos orientados à sustentabilidade; \*\*Projeto para processos de suficiência econômica.

Fonte: Adaptado de Vezzoli *et al.* (2014).





## ANEXO E – FASES E ATIVIDADES DA METODOLOGIA DE *ECODESIGN* PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS

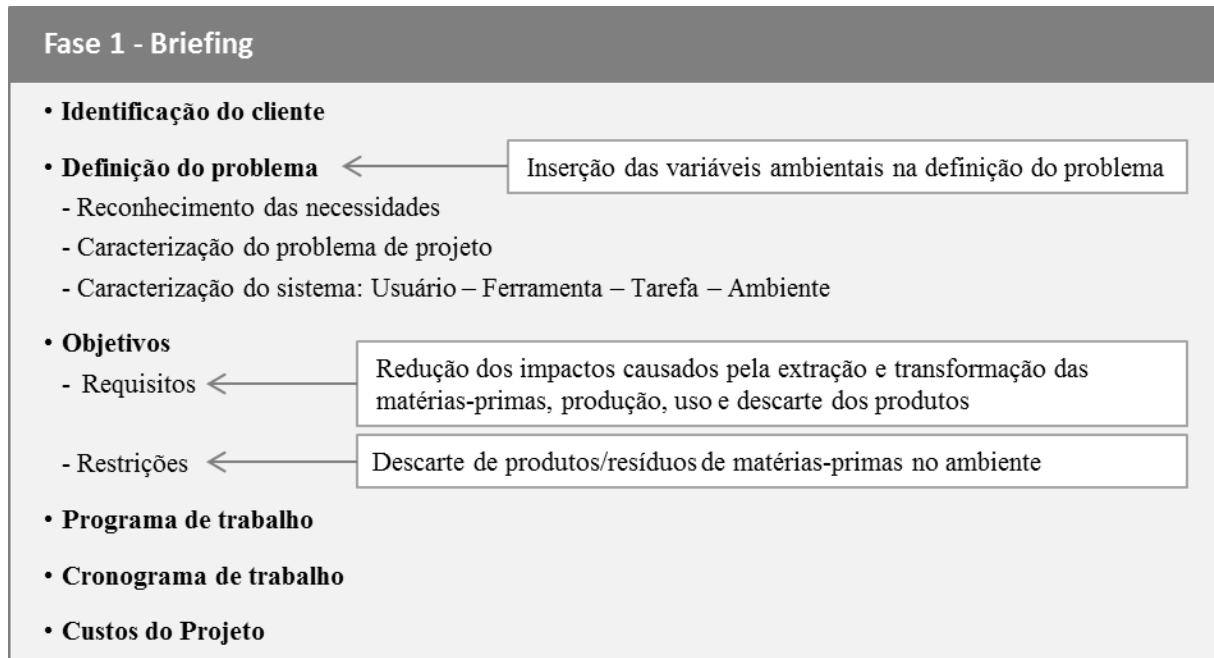


Figura E.1. Inserção de variáveis de *ecodesign* na fase de *Briefing*. Fonte: Adaptado de Platcheck *et al.* (2008).

## Fase 2 – Estado da Arte: Análise de Similares

### • Análise dos Processos Produtivos

- Processos de manufatura e transformação
- Linha de montagem
- Aspectos técnicos e administrativos
- Quantidade e diversidade de componentes similares (DFA)
- Matérias-primas e suas fontes
- Ciclo de vida do produto e de suas partes

### • Análise Histórica de Similares

### • Análise Estrutural de Similares

- Número de componentes
- Sistemas de junção
- Estruturas
- Quantidade e diversidade de componentes similares (DFA)
- Matérias-primas e suas fontes
- Ciclo de vida do produto e de suas partes

### • Análise Funcional de Similares

- Mecanismos
- Versatilidade
- Resistência
- Acabamento
- Reciclagem de partes/componentes ou do produto inteiro após o descarte

### • Análise Ergonômica de Similares

- Usabilidade
- Segurança
- Transporte
- Manutenção e reparos
- Antropometria
- Biomecanismos
- Atividades de tarefas
- Cognição
- Montagem e desmontagem durante os processos produtivos (DFA e DFM)
- Consumo de energia e outros consumos (água, sabão, etc.)
- Geração de resíduos durante o ciclo de vida

### • Análise Morfológica de Similares

- Formato
- Estética
- Métodos apropriados para a desmontagem
- Embalagem do produto final
- Impacto ambiental causado após o descarte da embalagem

### • Análise de Mercado de Similares

- Propaganda
- Marketing
- Informações sobre despesas com consumíveis durante o ciclo de vida

### • Análise Técnica

- Materiais possíveis
- Processos de transformação e manufatura
- Sistemas mecânicos/eletrônicos
- Impactos ambientais causados pelos materiais
- Impactos ambientais causados pelos processos de transformação e manufatura
- Impactos ambientais causados pelos sistemas mecânicos/eletrônicos

### • Análise dos Dados Obtidos

Figura E.2. Inserção de variáveis de ecodesign na fase de Desenvolvimento. Fonte: Platcheck *et al.* (2008).

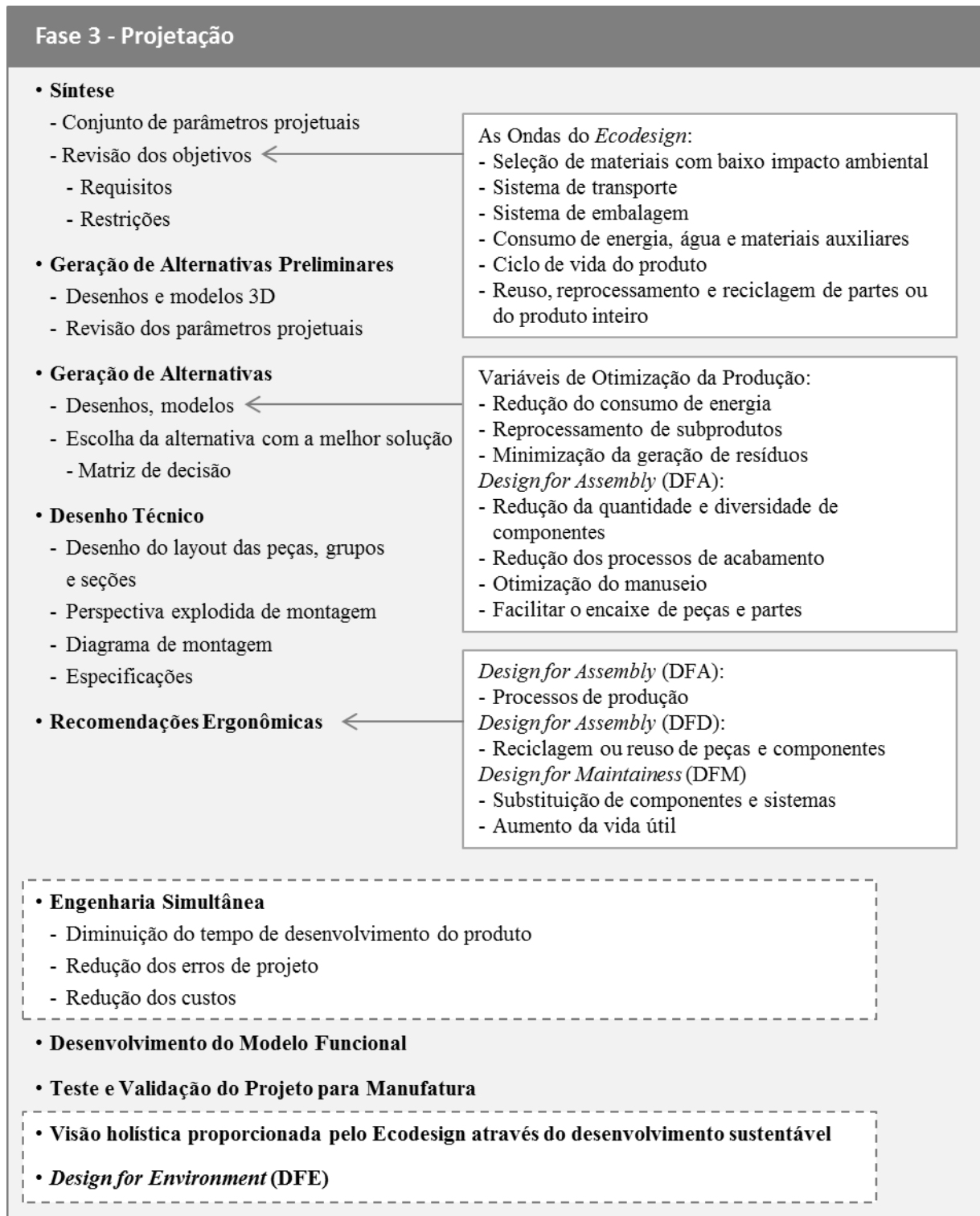


Figura E.3. Inserção de variáveis de *ecodesign* na fase de Projetação. Fonte: Platchek *et al.* (2008).