



**Júlio Cezar Augusto da Silva**

**Ferramenta de Ecodesign para apoio ao  
projeto de produtos**

**Tese de Doutorado**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Design do Departamento de Artes & Design da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção título de Doutor em Design.

Orientador Prof.Dr. Alfredo Jefferson de Oliveira

Rio de Janeiro, agosto de 2009



**Júlio C. Augusto da Silva**

**Ferramenta de Ecodesign para apoio ao  
projeto de produtos**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Design. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Alfredo Jefferson de Oliveira**

Orientador

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

**Domingos Manfredi Naveiro**

Co-Orientador

INT

**Liliane Iten Chaves**

UFPR

**Luis Antonio Meirelles**

UFRJ

**Cláudio Freitas de Magalhães**

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

**Fernando Betim**

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

**Prof. Paulo Fernandes Carneiro Andrade**

Coordenador Setorial do Centro de Teologia e Ciências Humanas – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 24 de agosto de 2009.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Júlio Cezar Augusto da Silva**

Graduado em Desenho Industrial pela ESDI-UERJ em 1991 e mestre em Engenharia de Produção pela COPPE-UFRJ em 1999. Pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia, onde trabalha em Design para Sustentabilidade.

#### Ficha Catalográfica

Silva, Júlio Cezar Augusto da

Ferramenta de ecodesign para apoio ao projeto de produtos / Júlio C. Augusto da Silva; orientador: Alfredo Jefferson de Oliveira. – 2009.

234 f.; 30 cm

Tese (Doutorado em Artes e Design)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Inclui bibliografia

1. Artes – Teses. 2. Ecodesign. 3. Ferramentas de ecodesign. 4. Designer brasileiro. 5. Design para sustentabilidade. 6. Informação ambiental. I. Oliveira, Alfredo Jefferson de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD: 700

Aos meus pais, pelos exemplos de generosidade e carinho.  
Foi preciso ir tão longe para entender o que estava aqui o tempo todo.

Saudades.

## Agradecimentos

Aos membros da Comissão Examinadora, pelas sugestões e críticas.

Ao prof. Alfredo, que orientou o doutorado e incentivou a ida à Delft, sempre otimista e entusiasmado.

À Jan Carrel, que me orientou na ferramenta e parte da pesquisa, de forma segura, estimulante e sempre bem humorada.

Ao prof. Han Brezet, que me acolheu e supervisionou meu trabalho na Universidade de Delft.

Aos professores e colegas da PUC-Rio e da Universidade de Delft, cujas aulas e reuniões tornaram este doutorado uma rica experiência, cheia de questionamentos e descobertas.

Aos amigos do INT, pelo suporte em meu trabalho enquanto dedicava parte substancial do meu tempo à tese. Foram tantos, mas não posso deixar de citar Cristina, Bernardo, Vivaldo, Marcos, Pedro, Ed, Álvaro, Jorge, Flavia, Expedito, Tiago, Nayara, Marcelo, Baroni...

À Domingos, cujo otimismo e energia tem sido um exemplo de ver o trabalho de forma sempre positiva.

À Rubem e Marcos que ajudaram com seu conhecimento e tempo na construção do protótipo da ferramenta e na pesquisa.

Aos entrevistados da pesquisa e avaliadores do protótipo, que contribuíram com seu tempo e boa vontade.

À CAPES, pelo apoio financeiro no estágio realizado na Universidade de Delft.

Aos demais financiadores diretos e indiretos deste trabalho, a PUC, o INT, a Universidade de Delft, o contribuinte brasileiro e o contribuinte holandês.

## Resumo

Silva, Júlio Cezar Augusto da; Oliveira, Alfredo Jefferson de. **Ferramenta de Ecodesign para apoio ao projeto de produtos**. Rio de Janeiro, 2009. 234p. Tese de Doutorado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Ferramentas de Ecodesign auxiliam designers a desenvolver produtos menos impactantes ao meio ambiente, entretanto, seu uso por profissionais de projeto no Brasil é mínimo, porque a maioria não é adequada ao método de trabalho deste profissional. Como resultado, designers continuam desenvolvendo produtos ineficientes, embora estejam sensibilizados para a crise ambiental. Nesta tese foi desenvolvida uma ferramenta para apoiar o profissional de design no projeto de produtos eco-eficientes, adequada às necessidades do designer brasileiro. Para isso, foi realizada uma pesquisa entre designers para conhecer suas necessidades de informação ambiental, método de trabalho e relação com ferramentas de Ecodesign. A seguir, foram levantadas as ferramentas já existentes, com vista a formular uma compreensão de sua organização e aplicação no design de produtos. No momento seguinte, foram compiladas informações ambientais aplicáveis em projeto de produto, e estas foram organizadas em estratégias e diretrizes. De posse desses grupos de informações, foi desenvolvido um protótipo da ferramenta. Por fim, este protótipo foi validado em situações de uso real e simulado, por designers dentro do grupo que foi identificado na pesquisa como o que mais necessita de uma ferramenta. Como resultado, verificou-se que a formatação em diretrizes é adequada, e que designers se tornam aptos a desenvolver produtos menos impactantes caso recebam uma ferramenta adequada a seu método de trabalho.

## Palavras-chave

Ecodesign; ferramenta de Ecodesign; diretrizes de Ecodesign; Estratégias de Ecodesign; Design de produtos; designer brasileiro; design para sustentabilidade; sustentabilidade.

## Abstract

Silva, Júlio Cezar Augusto da; Oliveira, Alfredo Jefferson de (Advisor). **Ecodesign tools for product design**. Rio de Janeiro, 2009. 234p. DSc. Thesis – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Ecodesign tools help designers develop products less impactant to the environment, however, its use by project professionals in Brazil is minimum, because most of them do not fit this professional working method. As a result, designers keep developing inefficient products, although they are sensible to the environmental crisis. In this thesis, a tool was developed to support the designer professional in the eco efficient products project, to fit in the Brazilian designer needs. So, a research among designers was done so as to know their necessities of the environmental information, working method and the relation with the Ecodesign tools. Next, some existing tools were chosen, in order to understand their organization and application in the design of the products. Then, environmental information applicable in the project of the product were compiled, as well as organized in strategies and guidelines. With these groups of information, a prototype of this tool was developed. At last, this prototype was validated in real and simulated situations, by designers from a group that, in the research, was identified as the one who mostly needed the tool. As a result, the formatting in guidelines is appropriate, and that designers are able to develop products less impactants to the environment in case they receive appropriate tools to the working method.

## Keywords

Ecodesign; Ecodesign tools; Ecodesign guidelines; Ecodesign strategies; Products design; Brazilian designer; Design for sustainability; sustainability.

## Sumário

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | Introdução  | 15 |
| 1.1.   | O cenário ambiental   | 15 |
| 1.1.1. | A crise ambiental   | 15 |
| 1.1.2. | A crise e o consumo   | 17 |
| 1.1.3. | A crise ambiental e o Design                                    | 20 |
| 1.2.   | Construção da tese  | 22 |
| 1.2.1. | Tema  | 22 |
| 1.2.2. | Problema  | 22 |
| 1.2.3. | Objeto  | 23 |
| 1.2.4. | Justificativa   | 23 |
| 1.2.5. | Hipótese  | 24 |
| 1.2.6. | Objetivos   | 24 |
| 1.3.   | Método de pesquisa aplicado                                     | 25 |
| 1.4.   | Estruturação da Tese  | 26 |
| 2      | O Design na sociedade de consumo: do descartável ao sustentável | 28 |
| 2.1.   | A evolução do Design pela ótica ambiental                       | 28 |
| 2.1.1. | Produção em massa: o Design para a redução de custos            | 29 |
| 2.1.2. | Mercados saturados: o Design para a diferenciação               | 31 |
| 2.1.3. | Crise ambiental: o Design para sustentabilidade                 | 34 |
| 2.2.   | Desenvolvimento Sustentável                                     | 35 |
| 2.3.   | Design para Sustentabilidade                                    | 39 |
| 2.4.   | Eco-eficiência  | 43 |
| 2.5.   | Ecodesign   | 44 |
| 2.6.   | Estratégias e diretrizes de Ecodesign                           | 46 |
| 2.6.1. | Seleção de materiais de baixo impacto                           | 47 |
| 2.6.2. | Redução no uso de material                                      | 48 |
| 2.6.3. | Otimização das técnicas de produção                             | 50 |
| 2.6.4. | Otimização do sistema de distribuição                           | 51 |
| 2.6.5. | Redução do impacto no uso                                       | 52 |
| 2.6.6. | Otimização da vida útil   | 53 |



|   |     |
|---|-----|
| 2.6.7. Otimização do fim de vida                  | 55  |
| 2.6.7.1. Reuso                                    | 58  |
| 2.6.7.2. Remanufatura                             | 59  |
| 2.6.7.3. Reciclagem                               | 60  |
| 2.6.7.4. Desmontagem                              | 63  |
| 2.6.7.5. Separação Mecânica                       | 66  |
| 2.6.8. Estratégias Novos Conceitos em Design      | 67  |
| 2.6.8.1. Desmaterialização                        | 68  |
| 2.6.8.2. Sistemas Produto-Serviço                 | 69  |
| 2.6.8.3. Integração de funções                    | 71  |
| 2.6.8.4. Compartilhamento                         | 72  |
| 2.7. Design para o Ciclo de Vida                  | 73  |
| 2.7.1. Análise de Ciclo de Vida                   | 76  |
| <br>  |     |
| 3 Ferramentas de Ecodesign                        | 79  |
| 3.1. Definição e abrangência                      | 79  |
| 3.2. Classificação das ferramentas                | 80  |
| 3.2.1. Quanto à abrangência                       | 81  |
| 3.2.2. Quanto ao objetivo                         | 81  |
| 3.2.3. Quanto à apresentação                      | 82  |
| 3.2.4. Quanto ao formato                          | 82  |
| 3.2.5. Quanto à etapa do projeto em que se aplica | 84  |
| 3.3. Ferramentas de Ecodesign existentes          | 84  |
| 3.3.1. Métodos                                    | 86  |
| 3.3.2. Manuais                                    | 89  |
| 3.3.3. Instrumentos de Avaliação                  | 92  |
| 3.3.4. Bases de Dados                             | 99  |
| 3.3.5. Diretrizes                                 | 102 |
| 3.3.6. Check-lists                                | 107 |
| 3.3.7. Bancos de exemplos                         | 110 |
| 3.4. Demanda por ferramentas no projeto           | 112 |
| 3.4.1. Um modelo de consenso                      | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| 4 O designer brasileiro e o Ecodesign                            | 120 |
| 4.1. Aplicação de princípios de Ecodesign                        | 121 |
| 4.1.1. Causas do desconhecimento                                 | 125 |
| 4.1.2. O uso de ferramentas                                      | 126 |
| 4.2. Pesquisa sobre a relação entre o designer e o Ecodesign     | 129 |
| 4.3. Método da pesquisa  | 130 |
| 4.3.1. Instrumento de coleta de dados                            | 130 |
| 4.3.2. Amostragem  | 131 |
| 4.3.3. Roteiro da entrevista                                     | 132 |
| 4.4. Resultados  | 132 |
| 4.4.1. Atuação dos entrevistados                                 | 133 |
| 4.4.2. Sensibilização para o Ecodesign, conhecimento e aplicação | 135 |
| 4.4.3. Método de trabalho e levantamento de informações          | 143 |
| 4.4.4. Fontes de informação e ferramentas de Ecodesign           | 146 |
| 4.5. Discussão   | 153 |
| 4.6. Conclusão   | 161 |
| <br>   |     |
| 5 Proposta de uma ferramenta de Ecodesign                        | 164 |
| 5.1. Proposta de uma nova ferramenta                             | 164 |
| 5.2. Formatação em diretrizes                                    | 165 |
| 5.3. Avaliação qualitativa                                       | 166 |
| 5.4. Foco em pequenas empresas e autônomos                       | 167 |
| 5.5. A ferramenta proposta                                       | 168 |
| 5.5.1. A quem se destina   | 170 |
| 5.5.2. Como está organizada                                      | 170 |
| 5.6. Uso da Ferramenta   | 173 |
| 5.6.1. Na fase de definição do problema                          | 176 |
| 5.6.2. Na fase de Design conceitual                              | 178 |
| 5.6.3. Na fase de detalhamento                                   | 180 |
| 5.7. O protótipo desenvolvido                                    | 181 |

|  |         |
|--|---------|
| 6 Validação da ferramenta proposta                               | 183     |
| 6.1. O processo de validação                                     | 183     |
| 6.2. Método de pesquisa, acompanhamento e cronograma             | 184     |
| 6.3. Os avaliadores  | 185     |
| 6.4. Resultados  | 186     |
| 6.4.1. Sobre o avaliador, método de trabalho e projeto           | 186     |
| 6.4.2. Sobre aplicabilidade ferramenta no seu método de trabalho | 189     |
| 6.4.3. Sobre o processo de avaliação de impacto                  | 191     |
| 6.4.4. Sobre estratégias e diretrizes de Ecodesign propostas     | 194     |
| 6.4.5. Sobre a validade e aplicação das informações              | 197     |
| 6.4.6. Sobre a formatação e ergonomia da ferramenta              | 199     |
| 6.4.7. Sobre a ferramenta como guia em Ecodesign                 | 200     |
| 6.4.8. Sobre segurança para atuar em Ecodesign                   | 202     |
| 6.4.9. Sugestões   | 203     |
| 6.5. Discussão   | 205     |
| 6.6. Conclusão   | 211     |
| <br>7 Conclusão  | <br>214 |
| 7.1. Resultados  | 214     |
| 7.2. Limites desta tese  | 215     |
| 7.2.1. Limites do protótipo                                      | 215     |
| 7.2.2. Limites da validação                                      | 216     |
| 7.3. Contribuições   | 217     |
| 7.4. Possíveis desdobramentos                                    | 218     |
| <br>8 Bibliografia   | <br>219 |
| <br>Anexo I Roteiro da entrevista aplicado na pesquisa           | <br>228 |
| Anexo II Roteiro da observação da validação                      | 231     |

## **Lista de Tabelas**

|   |     |
|---|-----|
| 1.1 Crescimento da produção e do consumo                  | 19  |
| 4.1 Sensibilização, conhecimento e percepção de mercado   | 143 |
| 4.2 Onde o designer busca informações                     | 146 |
| 4.3 Experiência com ferramenta e informações de Ecodesign | 152 |
| 4.4 Como visualizam uma ferramenta de Ecodesign           | 152 |

## **Lista de Quadros**

|  |     |
|--|-----|
| 2.1 Resumo das estratégias de fim de vida                  | 56  |
| 2.2 Estratégias separadas por fases do Ciclo de Vida       | 76  |
| 3.1 Algumas ferramentas classificadas quanto ao formato    | 86  |
| 3.2 Algumas das Diretrizes propostas por MANZINI & VEZZOLI | 104 |
| 3.3 Algumas das diretrizes propostas por RAMOS             | 106 |
| 4.1 Resumo do perfil dos entrevistados                     | 134 |
| 5.1 Etapas do projeto e os documentos da ferramenta        | 172 |
| 6.1 Avaliadores do protótipo                               | 186 |
| 6.2 Método de trabalho e produto desenvolvido              | 189 |

## **Lista de Figuras**

|  |    |
|--|----|
| 1.1 Evolução do déficit ambiental                            | 16 |
| 2.1 Fator de redução do impacto e tempo para sua implantação | 42 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.2 Ciclo de produção e de retorno de um produto            | 75  |
| 3.1 Check-list do método ELS                                | 88  |
| 3.2 Check-list para fim de vida proposto por Czaia          | 110 |
| 5.1 Tela de apresentação da ferramenta                      | 173 |
| 5.2 Navegação do protótipo com hiperlinks                   | 174 |
| 5.3 Tela de navegação com mapa da ferramenta                | 175 |
| 5.4 Tela com lista de todos os documentos agrupados         | 175 |
| 5.5 Tela da tabela Matriz MET                               | 177 |
| 5.6 Tela com inventário de impacto de materiais e processos | 177 |
| 5.7 Tela típica da ferramenta, uma diretriz de Ecodesign    | 178 |
| 5.8 Tela com exemplo que ilustra uma diretriz de Ecodesign  | 179 |
| 5.9 Exemplo de documento do grupo IV                        | 180 |

“A utopia hoje não está em acreditar que podemos seguir caminhos diferentes, mas sim em crer que poderemos seguir por muito mais tempo o atual caminho”.

LAGO (1984)