

Definição de critérios para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável

Defining criteria selection for environmental dimension tools of sustainable design

Nivaldo Simões Gomes

nivaldo_gomes@yahoo.com.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Escritório Verde. Av. Silva Jardim, 807, 80230-901, Curitiba, PR, Brasil

Aguinaldo dos Santos

asantos@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná. Núcleo de Design e Sustentabilidade. Rua General Carneiro, 460, 7º andar, sala 717, 80060-150, Curitiba, PR, Brasil

Resumo

O designer possui um papel ativo como um dos responsáveis pelo desenvolvimento de produtos e serviços, podendo, assim, promover mudanças na direção do design sustentável. Nesse sentido, para tornar o Processo de Desenvolvimento de Produtos mais adaptado aos conceitos da sustentabilidade, possibilitando a diminuição dos impactos, surgem diversos métodos e ferramentas específicos do design sustentável. Entretanto, pelo grande número existente destes, faz-se necessário o desenvolvimento de meios que permitam uma seleção dessas ferramentas pelo designer de forma mais prática. Desta forma, este artigo apresenta uma proposição de critérios para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável.

Palavras-chave: processo de desenvolvimento de produtos, ferramentas da sustentabilidade ambiental, ótica do designer.

Abstract

The designer has an active role as one of the developers of products and services and can thus promote changes towards sustainable design. Therefore, to make the process of product development more suited to the concepts of sustainability, enabling the reduction of impacts, several methods and specific tools to sustainable design arise. However, due to the large number of existing tools, it is necessary to develop means to make the selection by the designer more practical. Thus, this article presents a proposition of selection criteria for environmental dimension tools of sustainable design.

Keywords: product development process, environmental sustainability tools, designer point of view.

Introdução

Diante de uma produção industrial e consumo crescentes, de forma desordenada, que têm levado à geração de impactos no ambiente – como a redução dos recursos naturais –, há um aumento da preocupação relativa à manutenção do meio natural. O extrativismo exacerbado, a obsolescência estética acelerada, o elevado nível de desperdício nos sistemas de produção e a poluição são exemplos de implicações ambientais do atual modelo de consumo e produção (Ramos e Sell, 2002).

Um dos problemas relativos a esses impactos ambientais é que muitos deles terão consequências percebidas apenas no futuro. E, devido à “miopia cognitiva”, os

consumidores não percebem o impacto do consumo em suas próprias vidas (Ono, 2009).

Como resposta a esses problemas, vêm à tona discussões a respeito da sustentabilidade, o desenvolvimento sustentável, sendo caracterizado como “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987, p. 46). Nesse sentido, a sustentabilidade busca uma abrangência de ação abordando três dimensões: social, econômica e ambiental.

No que diz respeito à sustentabilidade ambiental, Manzini e Vezzoli (2002) caracterizam-na como condições segundo as quais, em níveis regional e planetário, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos naturais

em que se baseia tudo o que a resiliência¹ do planeta permite e, ao mesmo tempo, devem permitir que estes recursos sejam transmitidos a gerações futuras. Essa consciência vem sendo adotada não só por empresas como, também, cobrada e adotada pela sociedade (Arantes, 2006).

Essas cobranças políticas e sociais têm levado as empresas a buscar uma adequação ambiental, inclusive, com a inserção nas normas ISO14001, que pretendem a adoção de procedimentos, mecanismos e padrões comportamentais menos nocivos ao meio ambiente (Campos *et al.*, 2006). Essa busca pode ser comprovada quando avaliados o número de empresas que buscaram e obtiveram o certificado de 2006 a 2010. Somente no Estado do Paraná, em 2006, eram 41 empresas, número que chegou a 108, em 2010; nacionalmente, o número saltou de 699 para 1336 (Inmetro, 2010).

No que diz respeito a essa adequação ambiental, sabe-se que os impactos das atividades econômicas são causados pela produção, pelo uso e pelo descarte, que, por sua vez, são impulsionados pelo consumo (Tukker e Jansen, 2006). É, justamente, neste Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) que se insere o papel do Design, ou Desenho Industrial, numa relação direta com esses conceitos, pois o designer é um dos responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos e serviços e assume um papel central na promoção de mudanças na direção do design sustentável.

Como proposto pelo ICSID (2009), o design é uma atividade criativa, que busca estabelecer as características dos produtos, processos, serviços e sistemas ao longo do ciclo de vida. Cabe, ainda, ao designer, dar a esses produtos, serviços e sistemas formas que sejam expressivas e coerentes com suas complexidades; apoiar a diversidade cultural; além de promover a sustentabilidade e a proteção ambiental (ICSID, 2009).

O designer pode, então, ser o responsável por analisar os fluxos associados ao consumo e introduzir essa nova consciência, seja através de mudanças nos processos, ou através de re-designs. Esse posicionamento se justifica pois, como dito por Lofthouse (2004), os designers têm papel muito importante no que diz respeito à sustentabilidade, pois posiciona-se nos estágios iniciais do processo de desenvolvimento de produtos; e é nestes estágios que as estratégias estão mais flexíveis a decisões e a alterações.

Como dito por Largerstedt (2003), as mudanças devem tornar-se parte do processo e ser inseridas o quanto antes. As fases iniciais de desenvolvimento dos produtos são as que têm maior influência na definição de seus aspectos ambientais. Essa afirmação é também defendida pela Ecolife Network (2002). Segundo essa rede, as intervenções precoces são importantes.

Nesse sentido, surgem diversos métodos e ferramentas específicos do design sustentável para auxiliar o trabalho do designer no que diz respeito à dimensão ambiental da sustentabilidade. Entretanto, esses conhecimentos ainda são pouco presentes na atividade do profissional do Design por diversos motivos, incluindo o tempo requerido para aplicação destes e a falta de percepção de que o de-

sign sustentável não é necessariamente a prioridade, mas uma das diversas variáveis que o designer precisa trabalhar durante o projeto (Lofthouse, 2006).

Dado esse conjunto de métodos e ferramentas, existe uma necessidade de desenvolver mecanismos que facilitem sua seleção e aplicação em um contexto projetual. Dessa forma, este trabalho propõe a definição de critérios para seleção de ferramentas do design sustentável que estejam mais adaptadas ao contexto projetual do designer. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura a respeito dos modelos de referência do PDP, além dos conceitos relativos à dimensão ambiental do design sustentável e suas ferramentas.

Processo de desenvolvimento de produtos

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), desenvolver produtos consiste em práticas de projeto, que devem levar em consideração necessidades do mercado, restrições tecnológicas e financeiras e estratégias da empresa no intuito de se chegar às especificações de um produto e seu processo produtivo.

Devido a essa complexidade, faz-se necessário o uso de um modelo de referência, que torne a atividade mais eficaz e eficiente, adequando o processo às necessidades da empresa e, conseqüentemente, dos envolvidos no processo, entre eles o designer. Um processo não estruturado, para obtenção de especificações de um projeto, pode torná-lo inviável (Rozenfeld *et al.*, 2006; Cardoso *et al.*, 2009).

Sabe-se que existem diversas propostas para um modelo de referência para o PDP, entretanto, pelo nível de detalhamento e adaptabilidade, neste trabalho, é tomado como referência o modelo proposto por Rozenfeld *et al.* (2006). Para Rozenfeld *et al.* (2006), o processo divide-se em três macrofases, descritas a seguir:

- pré-desenvolvimento – onde devem ser definidos o portfólio de produtos e projetos, e, de acordo com a estratégia da empresa, os objetivos de cada projeto. Esta fase divide-se em Planejamento Estratégico do Produto e Planejamento do Projeto;
- desenvolvimento – esta fase envolve o processo de detalhamento e produção do produto. Divide-se em Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação da Produção e Lançamento do produto; e
- pós-desenvolvimento – consiste, de forma geral, num monitoramento do produto até o fim do seu ciclo de vida. Divide-se em Acompanhar o Produto e Processo e Descontinuar o Produto.

Segundo a Ecolife Network (2002), a inserção de ferramentas do design sustentável deve ser feita, principalmente, nas fases iniciais de acordo com o modelo, o Projeto Detalhado, pois, a partir da fase de Preparação da Produção, mudanças são mais complicadas e de maior custo.

No *pré-desenvolvimento*, o objetivo do Planejamento Estratégico do Produto é a definição de um portfólio de produtos para a empresa, ou seja, descrever uma linha de produtos e os projetos a serem desenvolvidos. No que diz

¹ "A resiliência de um ecossistema é a sua capacidade de sofrer uma ação negativa sem sair de forma irreversível da sua condição de equilíbrio" (Manzini e Vezzoli, 2002, p. 27)

respeito aos produtos, para os que já estão no mercado, deve-se montar um plano de retirada; e, para os produtos que serão desenvolvidos, deve conter uma primeira descrição de características e metas (Rozenfeld *et al.*, 2006).

Do Planejamento do Projeto deve resultar um "Plano do Projeto", o qual deve conter o escopo do projeto e do produto, o orçamento, prazos, a definição do pessoal, recursos, procedimentos de avaliação, análises de risco e indicadores de desempenho do projeto e produto (Rozenfeld *et al.*, 2006).

A fase de *desenvolvimento* inicia-se com o Projeto Informacional, do qual devem resultar as especificações-meta do produto, que orientam a geração de soluções e fornecem uma base para elaboração de critérios de avaliação e tomadas de decisão. O Projeto Conceitual objetiva a busca, a criação, a representação e a seleção de soluções para o problema de projeto (Rozenfeld *et al.*, 2006).

Nessas duas primeiras fases do desenvolvimento, percebe-se um papel mais ativo do designer, pois ele é o responsável por dar forma às necessidades da indústria e da sociedade – do usuário –, unindo requisitos estéticos, tecnológicos e de marketing transformando-os em produtos, sistemas ou serviços (Bhamra e Lofthouse, 2007; ICSID, 2009).

No Projeto Detalhado, o projeto deve receber todas as especificações e os detalhamentos. Os protótipos são testados resultando no detalhamento de todos os recursos, manuais de uso, instruções de assistência, além de suporte aos vendedores.

Tomando como base as etapas do PDP, podem-se detalhar, para cada ferramenta, as possibilidades de inserção nesse processo.

Classificação das ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável

O design tem um papel muito importante para a sustentabilidade através da promoção e da facilitação de resultados – de produtos ou serviços – eco-eficientes (Vezzoli, 2007). Com o intuito de auxiliar o designer no processo de criação e acompanhamento, tornando-o mais embasado e estruturado, métodos e ferramentas específicos são desenvolvidos. Estes trarão os requisitos necessários para buscar um melhor desempenho ambiental para o desenvolvimento de produtos.

Existem vários métodos e ferramentas para auxiliar o desenvolvimento de ideias (sistemas, produtos, serviços) sustentáveis, alguns com foco no produto (e o seu ciclo de vida), outros com foco em serviço, e os que buscam o desenvolvimento do sistema que abrange o produto somado ao serviço, ou mesmo substituem o produto por um serviço (Vezzoli, 2007).

Segundo Baumann *et al.* (2002), os métodos e as ferramentas podem ser classificados em seis categorias:

- As *frameworks* usualmente contêm ideias gerais do que pode guiar as considerações ambientais no desenvolvimento do produto.
- As *guidelines* e *checklists* têm natureza qualitativa, ou semi-quantitativa, listando problemas e princípios a serem considerados.
- *Rating* e *ranking* geralmente são quantitativas e simples, apresentando escalas métricas de análise ou comparação já definidas.

- As ferramentas analíticas tendem a apresentar grande abrangência, avaliando e medindo o desempenho ambiental dos produtos de forma quantitativa.

- Os *softwares* pretendem tratar grande quantidade de informação de maneira rápida, agilizando as respostas quanto à coleta de dados; e

- As ferramentas organizacionais contribuem para organizar as sequencias de ação a serem desenvolvidas durante o processo.

Byggeth e Hochschorner (2006) classificaram os métodos e as ferramentas com base em critérios de abrangência quanto ao ciclo de vida do produto, ao tipo de dados – qualitativos ou quantitativos (ou os dois) – e quantidade de informação que métodos e ferramentas dispõem ao usuário.

Vercalsteren (2001) propôs a classificação das ferramentas em quatro critérios: por fase do PDP na qual a ferramenta pode ser inserida; por objetivo – analíticas e de melhoria; por tempo requerido para aplicação; e por grau de complexidade da ferramenta. Dewulf (2003), por sua vez, propõe a classificação sob dois critérios: tipo de resposta – genérica ou específica; e etapa do PDP para aplicação.

Com base nos critérios desenvolvidos por Baumann *et al.* (2002) e por Byggeth e Hochschorner (2006), Pigozzo (2008) desenvolveu uma base de métodos e ferramentas do design sustentável, agrupando-os segundo classificações como: tipo de resposta – prescritiva, analítica, comparativa; tempo de execução; fases do PDP passíveis de inserção, entre outros. Dessa forma, os critérios desenvolvidos por Pigozzo (2008) buscam englobar os critérios anteriores, porém, devem ser analisados quanto a sua adaptabilidade às necessidades dos designers.

No que diz respeito à utilização de ferramentas sob a ótica dos designers, autores como Pereira (2003) afirmam que a questão ambiental deve ser considerada preliminarmente no design de produtos e de forma mais estratégica ainda na fase de pré-desenvolvimento. Já nas fases de desenvolvimento de produto, Pereira (2003) entende, ainda, a utilização de *checklists* como uma ferramenta bastante útil, pois são fáceis de usar, necessitam de menor conhecimento especializado, são mais eficientes em termos de tempo e possuem um caráter sistemático.

Existem também autores que defendem a utilização de métodos e ferramentas com abordagem qualitativa, pois acreditam que estas ajudam a simplificar e reduzir o custo dessas avaliações e permitem a obtenção de respostas mais rápidas (Ramos e Sell, 2002).

Como dito por Lagerstedt (2003), designers querem regras simples adaptadas ao seu dia a dia, informações que sejam fáceis de entender e rápidas de ler e que, tanto quanto possível, deem feedback no que diz respeito a mudanças relativas a demandas ambientais.

Designers buscam nas ferramentas uma orientação, uma curta, porém, abrangente lista de problemas que sirvam como base para seu trabalho, tornando-o mais fácil e rápido. Necessitam também de exemplos que mostrem onde podem chegar, além de materiais e técnicas de construção (Lofthouse, 2006).

Critérios para inserção de ferramentas do design sustentável no PDP

Diante dos diferentes critérios identificados na literatura e das necessidades projetuais do designer, discutidos na

seção anterior, percebeu-se a possibilidade de estabelecer critérios para seleção das ferramentas sob a ótica do design. Com esses critérios pretende-se responder da melhor forma às necessidades projetuais do designer, de forma simplificada e rápida, no que diz respeito à seleção de ferramentas.

Para isso, percebe-se a necessidade da caracterização do PDP, ou seja, é necessário estabelecer em que etapa o PDP se encontra, como proposto por Vercauteren (2001) e Dewulf (2003).

Posteriormente, deve-se caracterizar o contexto do projeto. Para essa atividade, como proposto por Pigosso (2008), e buscando responder às discussões de Lagerstedt (2003) e Lofthouse (2006), deve-se responder aos critérios de:

- Categoria: dessa forma, caracteriza-se o tipo de procedimento da ferramenta:
 - *Guidelines*: Listam problemas ou princípios que devem ser considerados durante a projeção (Baumann *et al.*, 2002);
 - *Matrizes*: Buscam a simplificação de análises sob diferentes critérios (Soares, 2008);
 - *Checklists*: Assim como as *guidelines*, fazem uma listagem de problemas e princípios, porém, são aplicadas em forma de checagem da aplicação, ou não, desses determinados princípios (Baumann *et al.*, 2002);
 - *Softwares*: Buscam apresentar respostas de forma mais rápida, utilizando-se de uma base de dados advinda de *guidelines* ou *checklists* ou de exemplos para inspiração (Baumann *et al.*, 2002);
- Tipos de objetivo: caracterizando o tipo de resposta que se objetiva:
 - *Prescritivas*: Apresentam sugestões genéricas de melhoria, baseadas em preceitos do design sustentável (Guelere Filho *et al.*, 2009);
 - *Analíticas*: Visam a identificar possibilidades de melhoria do desempenho ambiental nos produtos (Guelere Filho *et al.*, 2009);
 - *Comparativas*: Visam à comparação entre o desempenho ambiental de produtos, conceitos ou alternativas (Guelere Filho *et al.*, 2009);
- Tempo: alto, ou baixo; caracterizando o tempo disponível à execução;
- Custo: alto, ou baixo; caracterizando se há disponibilidade do uso de ferramentas que necessitem de gastos financeiros;
- Dados de entrada:
 - *Qualitativas*: são mais intuitivas, a entrada de dados é menor. Permitem realizar as primeiras avaliações sem realizar grandes despesas (Ribeiro, 2009)
 - *Quantitativas*: Necessitam de dados de entrada numéricos e em maior número (Ribeiro, 2009).
- Dados de saída:
 - *Qualitativas*: fornecem dados qualitativos, como prescrições ou recomendações (Ribeiro, 2009);
 - *Quantitativas*: fornecem resultados numéricos, têm a vantagem de constituir ferramentas objetivas e verificáveis (Ribeiro, 2009).

Por fim, é necessário avaliar o próprio usuário da ferramenta, neste caso, o designer, no que diz respeito ao seu nível de experiência prática relativa à aplicação das estratégias da dimensão ambiental do design sustentável. Como definidas por Manzini e Vezzoli (2002), as estratégias, de forma resumida, são: minimização de recursos; seleção de processos e recursos de menor impacto; otimização do ciclo de vida do produto; extensão da vida dos materiais; e facilitação da desmontagem.

Método de avaliação dos critérios

Com intuito de avaliar os critérios propostos, foi desenvolvida uma pesquisa-ação dentro do Núcleo de Design e Sustentabilidade – NDS, da UFPR, envolvendo seus pesquisadores/designers na aplicação das ferramentas em projetos em andamento. De acordo com Thiollent (1947), a pesquisa-ação objetiva a produção de guias ou regras práticas para resolver os problemas e planejar as ações correspondentes para tal.

A escolha da pesquisa-ação deu-se por se tratar de um problema de caráter exploratório na área do Design. Além disso, a pesquisa possui um caráter coletivo nas respostas aos questionamentos, no qual os pesquisadores e os participantes são envolvidos de modo cooperativo ou participativo, permitindo ao pesquisador uma visão interna dos acontecimentos (Thiollent, 1947; Yin, 2005).

Foi proposta uma abordagem qualitativa, por apresentar natureza interpretativa, objetivando descrever e interpretar as necessidades do designer quanto ao uso de ferramentas durante o PDP.

A abordagem qualitativa permite a atribuição de significados a coisas ou a interações sociais, que podem ser descritas e analisadas sem a necessidade de dados estatísticos (Chizzotti, 2003). Essas atribuições partem de significações, sentidos e valores, de conteúdo humano, necessitando, dessa forma, que o pesquisador atue interpretando esses dados (Jesus *et al.*, 1998) como no caso desta pesquisa, cuja pretensão era identificação de critérios para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável baseados na ótica do designer.

Para o desenvolvimento desta pesquisa-ação, foi necessário o desenvolvimento de um material de apoio, correspondente a Fichas Técnicas de 15 ferramentas do design sustentável. As 15 ferramentas² foram selecionadas por seu caráter genérico no que diz respeito às áreas do design, além do fato de apresentarem um maior número de fontes bibliográficas descritivas. Essas Fichas Técnicas contêm, além da descrição da forma de aplicação das ferramentas, seus critérios de classificação e seleção, baseados no que foi levantado na literatura. Um exemplo pode ser visto na Figura 1.

Os critérios apontados nessas Fichas são apresentados de forma gráfica. Essas representações iconográficas foram desenvolvidas para facilitar a identificação dos critérios de seleção. Além disso, ainda nesta fase de elaboração das Fichas Técnicas, foi percebida a necessidade de desenvolvimento de uma quinta categoria em relação aos

² As 15 ferramentas utilizadas foram: 10 Regras de Ouro; Análise ABC; Assistente para um Design Verde; Checklist do EcoDesign; Diagrama de Avaliação dos Eco-Materiais; Eco-Cathedral; Eco-Compasso; Information/Inspiration; Lista Estratégica do EcoDesign; Matriz DfE; Matriz do Eco-design; Matriz EcoFuncional; Matriz MECO; Matriz MET; e Roda Estratégica do Ecodesign.

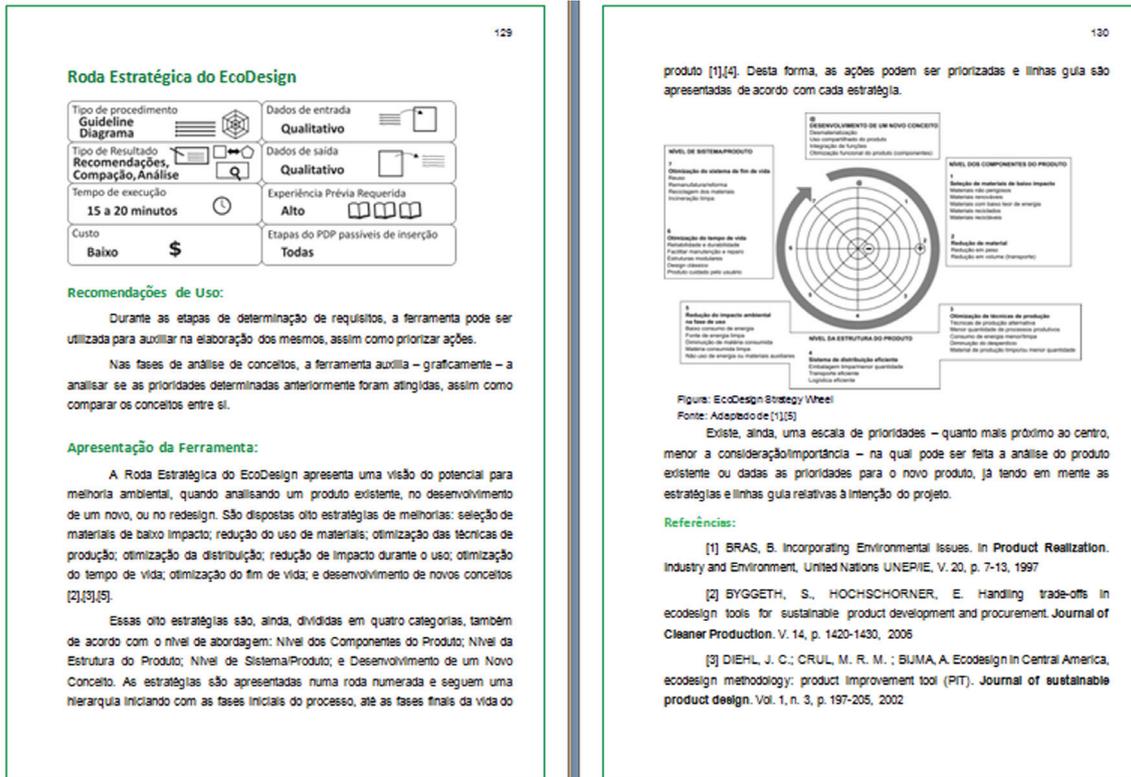


Figura 1. Ficha técnica da Roda Estratégica do EcoDesign.
Figure 1. EcoDesign Strategic Wheel data sheet.

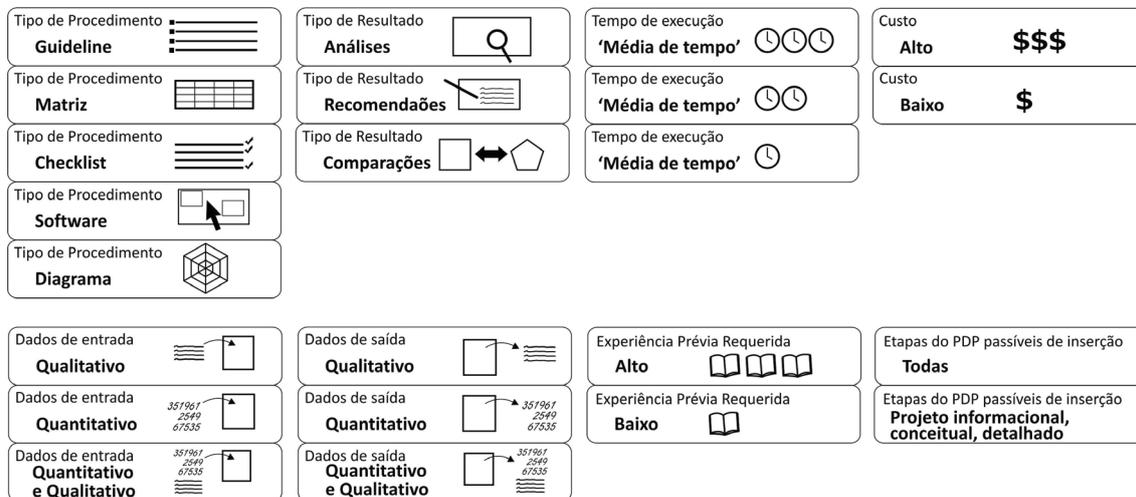


Figura 2. Critérios de seleção e suas representações gráficas.
Figure 2. Selection Criteria and their graphical representations.

tipos, acrescentando aos itens *guideline*, *matriz*, *checklist* e *software*, o diagrama. Essa necessidade se deu pelo fato de as ferramentas que se caracterizam por apresentar um diagrama de teia implicarem, na sua aplicação, um resultado gráfico, tornando-se um diferencial entre as outras.

Inicialmente, ainda preliminarmente às aplicações, foram feitas algumas alterações na nomenclatura dos critérios com o objetivo deixá-los mais claros, principalmente na aplicação das entrevistas. Dessa forma, o termo

“categorias” foi substituído por “procedimentos”, enquanto que “tipos de objetivos” foi substituído por “tipos de resultados”.

Dessa forma, os critérios e suas representações gráficas podem ser vistos na Figura 2.

Foi, também, elaborada uma Matriz de Seleção de Ferramentas (Tabela 1), na qual as ferramentas são classificadas segundo os critérios e podem ser filtradas, de acordo com as necessidades levantadas pelos usuários.

Tabela 1. Matriz de Seleção de Ferramentas - Classificação das ferramentas segundo o critério: objetivos (Recomendações, Análise, Comparação).**Table 1.** Tools Selection Matrix – Tools classification according to the criterion: Goals (Recommendations, Analysis, Comparison).

Nome da ferramenta	Recomendações	Análise	Comparação
10 Regras de Ouro	x	x	
Análise ABC		x	x
Assistente para um Design Verde			x
Checklist do EcoDesign	x	x	
Diagrama de Avaliação dos Eco-Materiais			x
Eco-Cathedra	x		
Eco-Compasso			x
Information/Inspiration	x		
Lista Estratégica do EcoDesign	x	x	
Matriz DfE	x	x	x
Matriz do Eco-Design			x
Matriz EcoFuncional			x
Matriz MECO		x	x
Matriz MET	x	x	
Roda Estratégica do Ecodesign	x	x	x

Esta classificação das ferramentas – presente na matriz – e suas fichas técnicas possibilitaram, então, a entrada à fase de campo, a pesquisa-ação. Nesta fase, os critérios foram avaliados em situação real de projeto, inserindo as ferramentas num contexto de PDP.

Para isso, a pesquisa-ação foi desenvolvida em, basicamente, cinco etapas. Essas cinco etapas, além da etapa de levantamento bibliográfico, podem ser vistas, de forma esquemática, na Figura 3.

A *primeira etapa* envolveu a aplicação de três ferramentas com o objetivo de obter subsídios para a pré-seleção da ferramenta do design sustentável, envolvendo a seguinte ordem de aplicação:

- *Checklist* “Identificação da Etapa do PDP” (Apêndice A): permite a identificação da etapa em que se encontra o processo de desenvolvimento de produto, a partir do modelo de Rozenfeld *et al.* (2006). Esse *checklist* foi desenvolvido pelo grupo NUMA - Núcleo de Manufatura Avançada, do Departamento de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de Produção de São Carlos, da Universidade de São Paulo. O *checklist* apresenta as macrofases, as fases e as atividades que as compreendem durante a aplicação do PDP, seguindo o modelo proposto por Rozenfeld *et al.* (2006).
- *Checklist* de “Auto-Avaliação quanto à Experiência Prática do Designer no Design Sustentável” (Apêndice B): possibilita a identificação da experiência do designer quanto à aplicação prática do design sustentável, utilizando para tal as estratégias de design sustentável propostas por Manzini e Vezzoli (2002);
- Entrevista Estruturada 1 para “Caracterização do Contexto” (Apêndice C): a partir dos critérios de se-

leção de ferramentas de eco-design levantados na literatura, elaborou-se uma estrutura de questões que contribuem para a definição da ferramenta mais adequada ao contexto da ação.

Na *segunda etapa* do protocolo, através do cruzamento dos dados obtidos na “Identificação da Etapa do PDP”, na “Auto-Avaliação” e na Entrevista Estruturada 1, realizou-se uma pré-seleção de ferramentas. As ferramentas consideradas nessa seleção são as 15 fichadas anteriormente, presentes na Matriz de Seleção. Os dados obtidos na etapa anterior foram, então, cruzados com as informações contidas na Matriz de Seleção e, dessa forma, foram obtidos três cenários:

- Cenário 1: Nenhuma ferramenta é selecionada – no caso de, nesta pré-seleção, não haver uma ferramenta como resposta, tem-se como possíveis soluções: a necessidade de revisão das ferramentas (podendo haver a possibilidade de adaptação de alguma delas), devendo-se, conseqüentemente, revisar os critérios; ou a existência de uma possível lacuna (falta de ferramenta para este contexto específico).
- Cenário 2: Retorna 1 ferramenta – neste caso, a ferramenta é aplicada pelo grupo.
- Cenário 3: Retorna mais de 1 ferramenta – nesta situação, as ferramentas são levadas aos designers. É feita uma leitura prévia das fichas técnicas e, a partir dessa análise, uma ferramenta é selecionada para ser aplicada. As razões e os argumentos dessa seleção são anotados para posterior utilização na revisão dos critérios.

Subseqüentemente, ocorreu a *terceira etapa*, que consiste na efetiva aplicação da ferramenta. Esta eta-

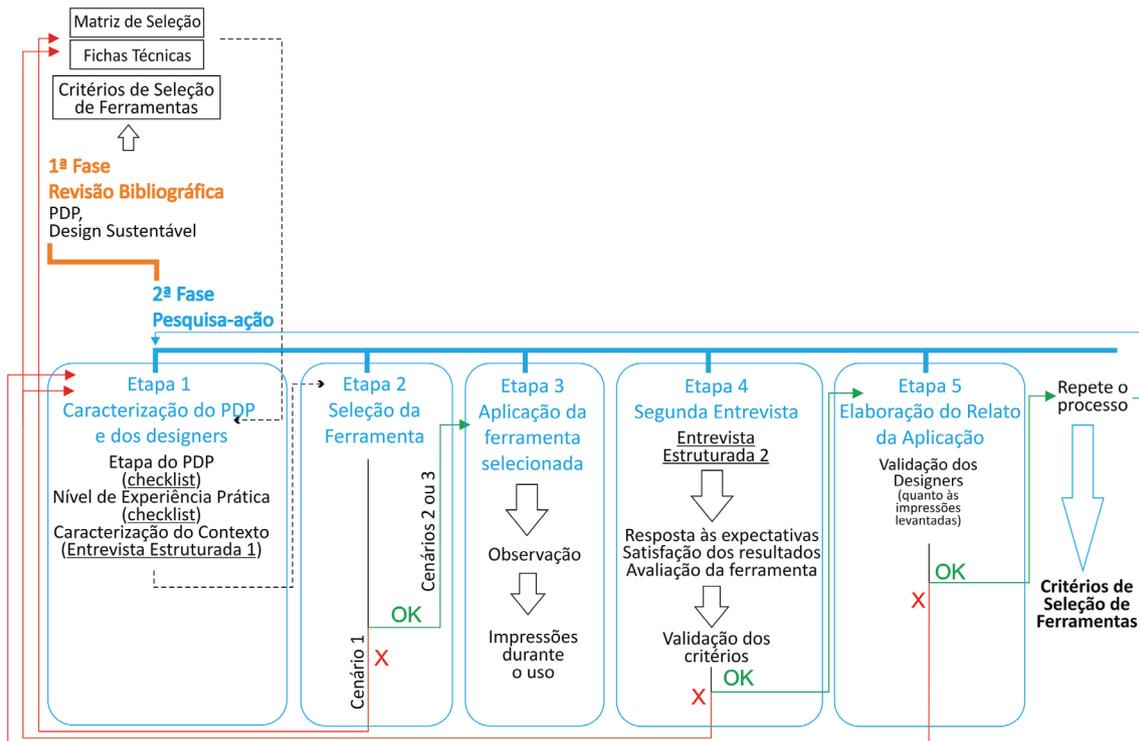


Figura 3. Esquema gráfico da pesquisa-ação.
Figure 3. Action-research graphic scheme.

pa incluiu a compreensão teórica da ferramenta pelos designers junto ao pesquisador através da leitura e da discussão da Ficha Técnica da ferramenta selecionada. Posteriormente, junto ao pesquisador, aplicou-se a ferramenta. Essa aplicação foi gravada em áudio e/ou vídeo para análise.

Na *quarta etapa* do protocolo, realizou-se a “avaliação da aplicação da ferramenta”, utilizando-se uma segunda Entrevista Estruturada (Apêndice D). Essa entrevista buscou avaliar se, na aplicação, a ferramenta correspondeu às características descritas nas Fichas Técnicas, o que incluiu tanto a descrição de sua aplicação como os critérios de seleção. Nesse sentido, Yin (2005) classifica as situações em replicações literais ou replicações teóricas, ou seja, caso os resultados obtidos sejam semelhantes aos previstos, tem-se uma replicação literal, mas, se forem contrastantes, tem-se a replicação teórica. Deve-se levar em consideração que as situações contrastantes também devem ser previstas e que têm papel importante na validação da proposição original.

Finalmente, na *quinta etapa*, para obter a validação dos resultados, foi elaborado um documento contendo um relato com a descrição da aplicação e dos resultados da ferramenta, assim como das impressões dos designers acerca da sua efetividade.

Este relato continha, ainda, uma comparação com as descrições e recomendações apontadas na literatura, além de incluir sugestões de melhoria da própria ferramenta e dos critérios para sua seleção no PDP. Esse documento, então, retornou aos designers para que confirmassem, ou não, a pertinência das análises realizadas pelo pesquisador.

Avaliação dos critérios propostos

Conforme descrito anteriormente, os grupos que participaram das atividades eram formados por designers inseridos no NDS, da UFPR. Os dois grupos participantes faziam parte de dois projetos de pesquisa: um voltado ao desenvolvimento de um coletor de água de chuva para habitações de interesse social e o segundo, pré-moldados, fabricados com o agregado reciclado, direcionados, também, à habitação de interesse social.

O protocolo da pesquisa-ação foi aplicado em seis ciclos, utilizando-se cinco ferramentas. Desses seis ciclos, cinco foram aplicados com o primeiro grupo e, com o segundo, apenas um, por questões de andamento dos projetos.

No que diz respeito aos designers participantes, todos possuíam conhecimento ou experiência com as estratégias da sustentabilidade, o que tornou as atividades de aplicação das ferramentas – principalmente em relação ao entendimento dos termos – mais simples.

As discussões com os grupos levaram em consideração não só os critérios em si, como também a própria aplicação da ferramenta. Dessa forma, a análise dos resultados baseou-se em dois grandes grupos de resultados: o primeiro, relativo aos critérios de seleção das ferramentas; e o segundo, relativo a suas aplicações.

Em relação aos critérios utilizados, buscou-se identificar sua efetividade na seleção das ferramentas – que foram aplicadas – assim como sua adequação às ferramentas. Dessa forma, de acordo com os resultados coletados na pesquisa de campo, pode-se confirmar que os critérios utilizados auxiliaram de forma positiva na seleção das fer-

ramentas. Essa afirmação é feita, pois, nas seis aplicações (cinco ferramentas), os grupos participantes relataram que a ferramenta selecionada respondeu positivamente às expectativas em sua aplicação.

Pode-se, entretanto, aperfeiçoar esses critérios, de acordo com as discussões e as sugestões realizadas durante as aplicações. As principais recomendações possíveis relatadas, com o intuito de facilitar a seleção e a utilização das ferramentas foram (de acordo com os critérios):

Quanto aos tipos:

- Devido à dificuldade de entendimento dos termos “categoria” ou “tipo”, nas entrevistas, eles foram adaptados para “procedimento” – “como deve proceder?”;
- Como relatado anteriormente, os termos *checklist* e *guideline* foram questionados em algumas aplicações (em relação às semelhanças no procedimento), entretanto, chegou-se a um consenso que são necessários, porém, a diferenciação deve ser feita na adaptação da linguagem da ferramenta, previamente a sua aplicação (caso seja necessário).

Quanto aos objetivos:

- Nas entrevistas, o termo “objetivo” foi substituído por “tipo de resultado” para facilitar a compreensão;
- As ferramentas prescritivas foram mencionadas como “recomendações” e, desta forma, para manter um padrão de classificação, analítica e comparativa, passaram a ser mencionadas como “análises” e “comparações”.

Tempo de execução:

- Para maior precisão na seleção, pode-se colocar um tempo médio de execução da ferramenta no quadro (no caso deste artigo, existe a possibilidade de fazê-lo em relação às ferramentas aplicadas).

Quanto aos custos:

- As ferramentas aplicadas não requerem custos significativos (compra de *softwares* ou levantamento de dados ambientais), entretanto, o critério demonstrou ser uma preocupação para os grupos;
- Assim como em relação ao tempo de execução, pode-se apresentar nos quadros um custo médio de execução das ferramentas (para isso, faz-se necessária uma aplicação delas).

Tipo de dados de entrada e saída:

- Não houve questionamentos quanto à efetividade da classificação em quantitativas e qualitativas; entretanto no caso da aplicação da ferramenta Matriz DfE, na qual os dados de entrada são qualitativos, houve um questionamento do grupo em relação à segurança e/ou à pertinência da saída de dados quantitativa. O grupo relatou que o resultado (numérico) parecia não refletir a análise qualitativa do conceito/produto analisado, ou seja, o grupo demonstrou ter mais segurança quando a resposta à ferramenta qualitativa também era qualitativa.

Experiência prévia requerida:

- Pode ser considerado o critério que apresentou imprecisão durante as aplicações;
- Apesar dessa imprecisão em todas as aplicações, foi citado pelos grupos participantes como importante

para a atividade, pois as ferramentas – para que sejam aplicadas de forma mais precisa e apresentem melhores resultados – requerem dos usuários conhecimento/experiência prévio(a) das estratégias da sustentabilidade;

- Pode-se afirmar que todas as ferramentas aplicadas necessitaram de um nível mínimo de experiência prévia dos usuários, principalmente no que diz respeito à compreensão dos termos utilizados; porém, apesar da falta de experiência prática, o conhecimento teórico das estratégias, durante as aplicações, foi suficiente;
- Essa imprecisão apresenta-se também no que diz respeito ao nível de detalhamento das ferramentas. Tanto ferramentas detalhadas quanto mais gerais podem exigir do usuário um grau de experiência elevado; seja para melhor compreensão dos detalhes – no caso das complexas – ou para utilização de forma mais adequada – no caso das simplificadas;
- Faz-se, então, necessária uma aplicação das ferramentas com usuários experientes e leigos separadamente para que possam auxiliar na classificação dessas ferramentas;
- Também pode-se estudar se apenas o conhecimento teórico – das estratégias do design sustentável – é suficiente para o entendimento dos procedimentos e requisitos das ferramentas;
- Para identificação dessa experiência do usuário, faz-se necessária, possivelmente, uma análise mais detalhada/aprofundada, buscando identificar níveis de conhecimento prático e teórico, possivelmente a partir de uma análise de competências.

Etapa do PDP:

- De forma a melhorar a precisão do critério, as fichas técnicas podem apresentar recomendações (de como utilizar ou adaptar as ferramentas) para aplicação em diferentes etapas.

No que diz respeito aos resultados obtidos com as aplicações das ferramentas:

- A capacitação quanto ao uso das ferramentas foi feita de forma coletiva, na qual todos os participantes participaram da leitura e da discussão da ferramenta antes de sua aplicação. Mostrou-se como a melhor forma de iniciar a aplicação das ferramentas – quando os participantes não as conhecem;
- Foi percebido que algumas ferramentas podem ser fundidas ou mescladas, pois trazem informações complementares. Dessa forma, uma ferramenta auxiliaria a aplicação da outra (por exemplo, as estratégias contidas no *Checklist* do EcoDesign podem complementar as da Roda Estratégica);
- Um número grande de recomendações, ou, conseqüentemente, uma ferramenta que requer um grande tempo de execução, pode tornar o processo cansativo (como no caso da Matriz DfE);
- As ferramentas, de forma geral, podem servir como um guia simplificado, principalmente aos que têm um grau menor de experiência;
- Ao mesmo tempo, servem como um lembrete rápido aos que já têm bastante experiência;
- O nível de conhecimento ou experiência é importante na aplicação das ferramentas, porém, faz-se necessá-

rio um estudo mais aprofundado no que diz respeito aos conhecimentos teóricos ou práticos, ou ainda em relação a competências;

- Percebeu-se uma maior facilidade, pelos grupos de designers participantes, de responder a questões relacionadas à fase uso, em ferramentas que analisam o ciclo de vida;
- Durante a aplicação de ferramentas na fase de análise, foi sugerida a utilização, principalmente, de ferramentas mais quantitativas, por gerarem uma maior segurança. Porém, para isso, faz-se necessário que o grupo já tenha todos os dados de produção determinados.

Ainda em relação às aplicações das ferramentas, dentro as 4 ferramentas aplicadas com o primeiro grupo (Roda Estratégica do EcoDesign, Lista de Estratégias do EcoDesign, Checklist do EcoDesign, Matriz DfE), os resultados puderam ser considerados semelhantes, entretanto, em relação ao procedimento, houve diferenças.

Os designers do grupo, que participaram das aplicações, consideraram a Roda Estratégica do EcoDesign como a ferramenta que possuiu o melhor procedimento, por apresentar uma resposta gráfica à aplicação (questão levantada durante a aplicação de todas as outras ferramentas). Entretanto, houve um consenso no grupo de que as listas de requisitos poderiam ser mais detalhadas (possivelmente complementando-a com requisitos apontados nas outras ferramentas aplicadas).

Um ponto discutido comumente em todas as aplicações das ferramenta, foi o fato de – para designers – ser mais fácil compreender, analisar e responder as questões mais relacionadas à fase de uso. As fases de produção demonstraram-se como as que mais geram dúvidas aos designers. Pode-se considerar que esses fatos aconteçam devido à formação mais direcionada ao desenvolvimento do produto focado no usuário.

Diante dos resultados das aplicações nos dois projetos, percebeu-se que a utilização de ferramentas no PDP requer, anterior a sua aplicação, compreensão e adaptação da ferramenta. Alterações na estrutura das ferramentas já existentes não se fizeram necessárias, apenas adaptações de conteúdo.

Conclusões

Os critérios propostos, testados na pesquisa de campo – numa pesquisa-ação – apresentaram resultados positivos no sentido de selecionar a ferramenta mais adequada ao contexto do PDP em questão. Isto pode ser comprovado através da análise dos seis ciclos de aplicação do protocolo, nos quais a aplicação da ferramenta foi percebida como parte importante no projeto, contribuindo com os resultados.

A proposta de taxonomia das ferramentas – de acordo com os critérios discutidos – permitiu, durante o trabalho de campo, selecionar de forma simples as ferramentas mais adequadas para cada contexto identificado. Essa taxonomia deriva dos critérios propostos e, consequentemente, sofreu alterações no que diz respeito à base de dados de Pigosso (2008).

Em relação às propostas de melhorias, as aplicações das ferramentas foram de fundamental importância para identificação de possíveis falhas, assim como de observa-

ções e recomendações para otimizar o uso da ferramenta em PDPs futuros.

Deve-se ressaltar, ainda, que as aplicações desta pesquisa foram possíveis devido à elaboração das Fichas Técnicas que podem contribuir em trabalhos futuros neste tema e na prática do design sustentável, pois, com sua utilização, existe uma maior facilidade de identificar as classificações e os procedimentos para aplicação das ferramentas.

No levantamento das ferramentas percebeu-se que já existe um número grande destas (foram cadastradas 15 ferramentas; no levantamento são 46). Muitas delas têm papel semelhante no PDP e algumas podem ter seus resultados complementares.

Percebeu-se, com este trabalho, ainda, que os designers precisam conhecer mais as ferramentas existentes, assim como saber como adequá-las e utilizá-las no seu determinado contexto. Dessa forma, como já citado anteriormente, a proposição dos critérios de seleção aliados às Fichas Técnicas pode auxiliar na escolha de ferramentas de forma mais prática. Dessa forma, através da inserção das ferramentas da dimensão ambiental da sustentabilidade no PDP, o resultado final do projeto poderá apresentar um impacto ambiental menor.

Referências

- ARANTES, E. 2006. Investimento em Responsabilidade Social e sua relação com o desempenho econômico das empresas. *Conhecimento Interativo*, 2(1):3-9.
- BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. 2002. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 10(5):409-425.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00015-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00015-X)
- BHAMRA, T.A., LOFTHOUSE, V.A. 2007. *Design for Sustainability: A Practical Approach*. London, Gower, 202 p.
- BRUNDTLAND, G.H. 1987. *Our Common Future: World Commission on Environment and Development*. Oxford, Oxford University Press, 247 p.
- BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. 2006. Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. *Journal of Cleaner Production*, 14(15-16):1420-1430.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.03.024>
- CAMPOS, L. M. de S., MELO, D. A., SILVA, M. C., FERREIRA, E. 2006. Os sistemas de gestão ambiental: empresas brasileiras certificadas pela norma ISO 14001. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVI, Fortaleza, 2006. *Anais...* Fortaleza. 26:1-7.
- CARDOSO, C.L.; QUEIROZ, S.G.; GONTIJO, L.A. 2009. Cultural identity in the practice of design: methods for product development projects. *Product: Management & Development*, 7(1):71-79.
- CHIZZOTTI, A. 2003. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. *Revista Portuguesa de Educação*, 16(02):221-236.
- DEWULF, W. 2003. *A Pro-Active Approach To Ecodesign: Framework And Tools*. Leuven, FB. Tese de Doutorado. Katholieke Universiteit Leuven, 208 p.
- ECOLIFE NETWORK. 2002. *Eco-Design Guide: environmentally improved product design case studies of the Euro-*

- pean electrical and electronics industry. [s.l.], ECOLIFE Thematic Network, 133 p.
- GUELERE, F.A.; ROZENFELD, H.; PIGOSSO, D. 2009. A inserção do design sustentável em um modelo de referência para a gestão do desenvolvimento de produtos. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE DESIGN SUSTENTÁVEL, I, Curitiba, 2009. *Anais...* Curitiba, **1**:17-25.
- INTERNATIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN (ICSID). 2009. Definition of design. Disponível em: <http://www.icsid.org/about/articles31.htm>. Acessado em: 15/10/2009.
- INMETRO. 2010. Histórico das certificações concedidas por Estado da Federação. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/Rel_Cert_Emitidos_Loc_Geografica.asp?Chamador=INMETRO14&tipo=INMETROEXT. Acessado em: 23/04/2010.
- JESUS, M.C.P. de; PEIXOTO, M.R.B.; CUNHA, M.H.F. 1998. O paradigma hermenêutico como fundamentação das pesquisas etnográficas e fenomenológicas. *Revista latino-americana de enfermagem*, **6**(2):29-35. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11691998000200006>
- LAGERSTEDT, J. 2003. *Functional and Environmental Factors in Early Phases of Product Development-Eco Functional Matrix*. Estocolmo, Suécia. Tese de Doutorado. Royal Institute of Technology, Machine Design, 156 p.
- LOFTHOUSE, V.A. 2004. Investigation into the Role of Core Industrial Designers in Ecodesign Projects. *Design Studies*, **25**(2):215-227. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2003.10.007>
- LOFTHOUSE, V.A. 2006. Ecodesign tools for designers: defining the requirements. *Journal of Cleaner Production*, **14**(15-16):1386-1395. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.013>
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. 2002. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo, Edusp, 366 p.
- ONO, M.M. 2009. Desafios do design na mudança da cultura de consumo. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE DESIGN SUSTENTÁVEL, I, Curitiba, 2009. *Anais...* Curitiba, **1**:87-91.
- PEREIRA, A.F. 2003. Da sustentabilidade ambiental e da complexidade sistêmica no design industrial de produtos. *Estudos em Design*, **10**(1):37-61.
- PIGOSSO, D.C.A. 2008. *Integração de Métodos e Ferramentas do Ecodesign ao Processo de Desenvolvimento de Produtos*. São Carlos, SP. Relatório Científico (Iniciação Científica), Universidade de São Paulo, 295 p.
- RAMOS, J.; SELL, I. 2002. Estratégias e procedimentos para redução de impactos ambientais através do Design. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM DESIGN, I, CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, V, Brasília, 2002. *Anais...* Brasília, **5**:1. [CD-ROM].
- RIBEIRO, P.M.M. 2009. *Desenvolvimento de mobiliário infantil de exterior numa óptica de ecodesign - Projecto AMOPLAY*. Lisboa, Portugal. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa, 164 p.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.A.; SILVA, S.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. 2006. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo, Saraiva, 542 p.
- SOARES, M.A.R. 2008. *Biomimetismo e Ecodesign: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis*. Lisboa, Portugal. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa, 84 p.
- THIOLLENT, M. 1947. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo, Cortez, 136 p.
- TUKKER, A.; JANSEN, B. 2006. Environmental impacts of products: a detailed review of studies. *The Journal of Industrial Ecology*, **10**(3):159-182. <http://dx.doi.org/10.1162/jiec.2006.10.3.159>
- VERCALSTEREN, A. 2001. Integrating the ecodesign concept in small and medium-size enterprises: Experiences in the Flemish Region of Belgium. *Environmental Management and Health*, **12**(4):347-355. <http://dx.doi.org/10.1108/EUM0000000005706>
- VEZZOLI, C. 2007. *System design for sustainability: theory, methods and tools for a sustainable "satisfaction-system" design*. Milano, Maggioli Editori, 260 p.
- YIN, R.K. 2005. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre, Bookman, 212 p.

Submitted on August 19, 2013

Accepted on October 01, 2013

Apêndices Appendices

Apêndice A. Checklist "Identificação da Etapa do PDP", desenvolvida pelo grupo NUMA.
Appendix A. "PDP Stage Identification" checklist, developed by NUMA group.

Macro-fases / fases / atividades	Checagem	Entradas	Saídas
Pré-desenvolvimento			
Planejamento Estratégico de Produtos			
Definir escopo da revisão do Plano Estratégico de Negócios (PEN)		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Cooperação Plano estratégico da unidade de negócios Lista de membros do time de planejamento estratégico de produtos	Declaração de escopo de mudança no PEN
Planejar atividades para a revisão do PEN		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Cooperação Plano estratégico da unidade de negócios Declaração de escopo da revisão do PEN	Cronograma de atividades Agenda de discussões e decisões Lista de recursos necessários Plano de comunicação Plano de riscos
Consolidar Informações sobre tecnologia e mercado		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Cooperação Plano estratégico da unidade de negócios Declaração de escopo da revisão do PEN Plano de revisão do PEN	Dados de fontes secundárias de tecnologia e mercado Dados de fontes primárias de tecnologia e mercado
Revisar o PEN		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Cooperação Plano estratégico da unidade de negócios Dados de fontes secundárias de tecnologia e mercado Dados de fontes primárias de tecnologia e mercado	Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Cooperação Plano estratégico da unidade de negócios (revisado)
Analisar o Portfólio de Produtos da Empresa		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Cooperação Plano estratégico da unidade de negócios Portfólio de produtos (atual)	Portfólio de produtos (revisado) Lista de ideias
Propor mudanças no portfólio de produtos		Portfólio de produtos (revisado) Lista de idéias	Portfólio de produtos Minuta de projeto
Verificar viabilidade do portfólio de produtos		Portfólio de produtos (aprovado) Minuta de projeto	Portfólio de produtos (aprovado) Minuta de projeto
Decidir início do planejamento de um produto do portfólio		Portfólio de produtos (aprovado) Minuta de projeto	Minuta de projeto (aprovada)
Planejamento do Projeto			
Desenvolvimento			
Projeto Informacional / Informational Design			
Projeto Conceitual / Conceptual Design			
Projeto Detalhado / Detailed Design			

Nota: Neste *checklist* são apresentadas as macro-fases (em azul), fases (amarelo) e atividades (verde). Como exemplificação foram apresentadas as atividades da fase de Planejamento Estratégico de Produtos, porém, existem atividades para todas as outras fases.

Apêndice B. Checklist de identificação da experiência prática do designer.
Appendix B. Designer's practical experience checklist.

Estratégias	Diretrizes	Requisitos	Check	
Minimização de recursos	Minimizar recursos na pré-produção e produção	Minimizar o conteúdo material do produto		
		Minimizar desperdícios e resíduos		
			Minimizar o consumo de materiais durante o desenvolvimento do produto	
			Otimizar o consumo de energia durante a pré-produção e produção	
			Minimizar o consumo de energia durante o desenvolvimento do produto	
		Minimizar recursos na distribuição	Minimizar a embalagem	
			Minimizar transporte e estocagem	
		Minimizar recursos durante o uso	Escolher o material com melhor consumo	
			Escolher materiais com consumo variável	
			Adotar sistemas de consumo de energia flexíveis	
Seleção de processos e recursos de menor impacto	Selecionar materiais e recursos de menor impacto	Minimizar o perigo e a toxicidade dos materiais		
		Reduzir a energia, toxicidade e perigo dos recursos		
		Selecionar recursos renováveis e bio-compatíveis	Otimizar a biocompatibilidade e conservação dos materiais	
			Otimizar a biocompatibilidade e conservação dos recursos energéticos	
Otimização do ciclo de vida do produto	Aumentar a durabilidade	Projetar a duração adequada		
		Aumentar a confiança no produto		
		Facilitar atualização e adaptabilidade		
		Simplificar a manutenção		
		Facilitar reparos		
		Projetar o reuso		
		Intensificar o uso	Facilitar a refabricação	
			Intensificar o uso	
Extensão da vida dos materiais	Estender a vida dos materiais	Adotar reciclagem em efeito cascata		
		Selecionar materiais com reciclagem eficiente		
		Facilitar o recolhimento e o transporte após o uso		
		Identificar os materiais		
		Minimizar o número de materiais incompatíveis		
		Facilitar a separação de materiais incompatíveis		
		Facilitar a limpeza		
		Facilitar a combustão		
		Facilitar a compostagem		
Facilitar a desmontagem	Minimizar e simplificar as operações de desmontagem e separação	Usar sistemas de junção removíveis		
		No caso de sistemas de junção permanente, facilitar a extração		
		Projetar tecnologias e equipamentos específicos para desmontagem destrutiva		

Apêndice C. Entrevista estruturada 1.

Appendix C. Structured interview 1.

Entrevista Estruturada 1: Caracterização do Contexto

1. Como deve proceder a ferramenta (Guideline, Matriz, Checklist, Software, Diagrama de Teia)?
2. Que tipo de resultados são esperados com a aplicação da ferramenta (recomendações, análise, comparação)?
3. Qual a necessidade quanto ao tempo de execução?
4. Qual o requisito quanto aos custos para execução?
5. Qual a necessidade quanto aos dados de entrada (qualitativos ou quantitativos)?
6. Qual a necessidade quanto aos dados de saída (qualitativos ou quantitativos)?

Apêndice D. Entrevista estruturada 2.

Appendix D. Structured interview 2.

Entrevista Estruturada 2: Avaliação da Aplicação da Ferramenta

1. A ferramenta procedeu conforme o esperado (respondeu aos critérios corretamente)?
2. Os resultados foram satisfatórios?
3. Quais os pontos positivos da aplicação da ferramenta?
4. Quais os pontos negativos da aplicação da ferramenta?
5. Você alteraria a ferramenta? Caso a resposta seja positiva, o que você modificaria?