

Design e o fim do ciclo de vida dos produtos

Design and the end of products life cycle

Sara Copetti Klohnⁱ

Ney Francisco Ferreiraⁱⁱ

sustentabilidade, design, ciclo de vida de produtos, centros de triagem de lixo

Este artigo aborda inicialmente a sustentabilidade e o Ecodesign, trazendo conceitos de autores consagrados nesta área do design. A partir disso, analisou-se do fim da vida útil de produtos, como são descartados e qual seu destino na cidade de Porto Alegre. Para isso, foram visitados dois centros de triagem de lixo e um de recuperação de computadores. Verificou-se que muitas vezes projetos de produtos não são adequados aos pressupostos do ecodesign que visam a recuperação, o reuso e a reciclagem dos materiais.

Sustainability, design, life cycle design, garbage selection centres

Based on theories of remarkable authors of sustainability and ecodesign, this paper discusses these subjects. In order to analyse the end of products life, focusing on how they are discarded and where they are sent to, three centres of garbage selection and one recovering computers centre were visited. It was observed that some products designs are not satisfactory to ecodesign aims, which intend the materials recovery, reuse and recycling.

1 Design e sustentabilidade

Nos últimos anos a palavra sustentabilidade vem se tornando corriqueira em diversas áreas e, principalmente, no âmbito da pesquisa. Neste contexto, é importante entender o significado da sustentabilidade para procurar adequadamente o que é necessário em termos de sustentabilidade em cada setor específico, como no design, por exemplo.

O termo sustentabilidade ambiental foi introduzido em 1987 pela *World Commission for Environment and Development* (WECD) e refere-se “às condições sistêmicas segundo as quais, em nível regional e planetário, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos naturais em que se baseia tudo o que a resiliência do planeta permite e, ao que será transmitido às gerações futuras” (MANZINI & VEZZOLI, 2002, p.27). A WECD também considera o desenvolvimento sustentável aquele que atende às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades.

Considerando que estas definições foram estabelecidas no ano de 1987 e que a atividade industrial vem, desde a Revolução Industrial (século XVIII), acontecendo de forma cada vez mais agressiva e constante, percebe-se que pensar e agir sustentavelmente é muito recente e ainda não se estabeleceu de forma consistente. Além disso, Platchek (2003) questiona a validade destas definições para a sustentabilidade, uma vez que transferem a solução do problema para as gerações futuras e não considera que a qualidade de vida atual já está comprometida pelas atitudes nocivas.

Portanto, começa-se a buscar alternativas que sejam coerentes com a sustentabilidade, mas vive-se dentro de uma dicotomia entre ações sustentáveis e heranças insustentáveis. Segundo Mok, Kim e Moon (1997), quando se desmontar produtos, por exemplo, entra-se em conflito com o fato de muitos deles terem sido projetados há dez ou vinte anos atrás, quando não se considerava qualquer tipo de reuso futuro.

Além de manipular produtos com projetos antigos existem outros problemas que dificultam a aplicação de um desenvolvimento sustentável. Para Fry (2005), estamos atuando com tecnologias de “Fim de Tubo”, onde se procura dar um destino aos resíduos que são considerados inevitáveis. Ou seja, os projetos são os mesmos há muito tempo, e isso faz com que tenhamos que descobrir formas de eliminar os produtos ao invés de pensarmos no início do processo e modificar o projeto desenvolvido.

Fry (2005, p.53) recomenda que seja utilizada a teoria da Ecologia Industrial, que considera a “menor interferência possível, ou seja, retirar o mínimo possível de recursos naturais e repor o mínimo deste mesmo resíduo”. Nesta sugestão não há a perda de material, pois se faz a circulação dos recursos materiais e energéticos, buscando a ecoeficiência, que é a “maximização dos benefícios econômicos e ambientais enquanto reduz os custos tanto econômicos quanto ambientais simultaneamente”. Por isso, este autor considera que os materiais biodegradáveis não são uma boa alternativa, já que eles eliminam o material do ciclo ao invés de reaproveitá-lo.

Manzini e Vezzoli (2002, p.35) consideram que a ecologia industrial possui dois pressupostos que são quase que contraditórios, como pode se perceber pela definição de cada uma. “Se biocompatibilidade significa interação, e não-interferência significa separação, as condições que tornam mais fácil a primeira orientação implicam, necessariamente, em uma maior dificuldade para realizar a segunda. E vice versa”. Em outras palavras, quanto maior o fluxo de matéria e energia utilizadas no processo produtivo, mais difícil será torná-lo totalmente biocompatível e/ou enquadrá-lo na ecologia industrial.

Para solucionar este problema, pelo menos em parte, Mazini e Vezzoli (2002) sugerem que esse fluxo de matéria seja retirado da busca e do uso dos produtos. Para isso é necessário que as tecnologias da informação e comunicação tenham um papel fundamental no aprimoramento de toda sociedade para a inserção na ecologia industrial.

Aliando as tecnologias existentes à sustentabilidade alguns objetivos podem ser atingidos rapidamente. Melhorando a logística do transporte, por exemplo, é possível diminuir o uso de combustível utilizado na distribuição de produtos, conseqüentemente emitindo menos gases poluentes na atmosfera. Além disso, a economia de combustível se reverte também em economia financeira para o distribuidor.

Muitas ações de sustentabilidade estão estritamente ligadas à economia e a geração de lucro, tornando mais atrativo atingir determinados objetivos. Isso se deve a metas como, por exemplo, a minimização de matéria prima utilizada e a otimização dos processos e transportes, acarretando em uma economia de materiais e energia.

Ecodesign

No contexto de sustentabilidade todos os indivíduos sociais têm grande importância para se atingir as metas desejadas. Dessa forma, o designer e o projetista têm também sua responsabilidade e, porque não dizer, uma capacidade transformadora. Krippendorff (2006) acredita que os projetos modificam coisas, desenvolvem tecnologias e, geralmente, envolvem pessoas de diversas áreas com o objetivo principal de fazer do projeto um modelo do design participativo.

É possível considerar ainda que “(...) os designers parcialmente reproduzem a materialidade e os valores da cultura da qual eles são um produto, assumindo-a, incluindo suas configurações de necessidade, como fundamento para a ação do design” (FRY, 2005, p.63). Pode-se concluir, a partir do que diz o autor, que, se uma cultura de sustentabilidade estiver presente o designer irá refleti-la nos seus projetos.

Para Manzini e Vezzoli (2002, pg.17), “(...) o ecodesign é um modelo ‘projetual’ ou de projeto (design) orientado por critérios ecológicos”, entretanto, eles também consideram o

termo longe de apresentar uma definição precisa para o seu significado. Ainda assim, os autores julgam necessário algumas etapas de interferência do ecodesign:

- O Redesign ambiental do existente;
- O Projeto de novos produtos ou serviços que substituam os atuais;
- O Projeto de novos produtos-serviços intrinsecamente sustentáveis;
- A Proposta de novos cenários que correspondam ao estilo de vida sustentável.

O ecodesign surge, então, transformar os produtos desde sua concepção em direção à sustentabilidade. Porém, ao se falar em sustentabilidade ou nas etapas de interferência do ecodesign definidas acima, expressões como “produtos e serviços intrinsecamente sustentáveis” e “estilo de vida sustentável”, podem gerar questionamentos. Uma das indagações que podem surgir é de que forma o design de um produto é capaz de caracterizá-lo como um projeto sustentável. Para esclarecer questões como esta é pertinente estabelecer parâmetros da sustentabilidade intrínseca a produtos.

De acordo com UFRGS (2004) o caminho da sustentabilidade segue a ordem especificada na Figura 1, onde um produto deve primeiramente ser reutilizado, para depois ser recuperado e só então reciclado, como será discutido mais adiante. O **DfE (Design for Environment) Design para o Meio Ambiente** é o design que prevê a sustentabilidade – o ecodesign – considera as seguintes etapas (adaptadas de UFRGS, 2004):

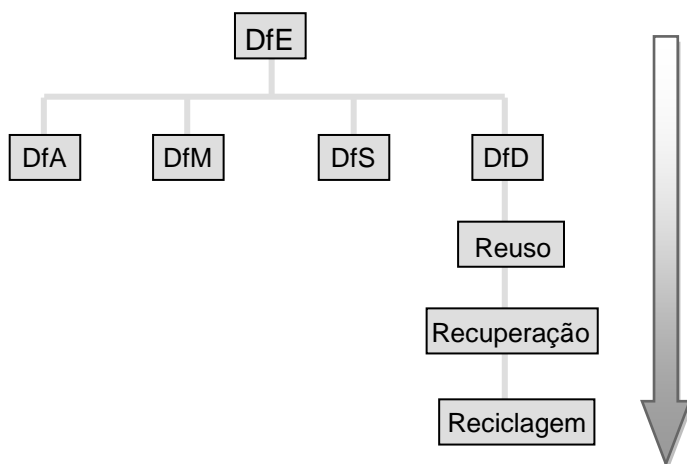
DfA (Design for Assembly) Design para a Montagem: utiliza uma montagem mais fácil com menor custo de manufatura; reduz despesas e melhora qualidades dos produtos.

DfM (Design for Manufacture) Design para a Manufatura: faz uma seleção de materiais; possui processos e projetos modulados; utiliza componentes padronizados, multiuso de engates rápidos e montagem direcionada para a minimização.

DfS (Design for Service) Design para Serviço: prevê uma vida útil maior, maior confiabilidade do produto, fácil manutenção e reparo; design clássico referente ao estilo e zelo do usuário. Oferece um serviço de manutenção durante a vida útil do produto e seu condicionamento quando necessário.

DfD (Design for Disassembly) Design para Desmontagem: maximiza as fontes de reciclagem e minimiza a potencialidade de poluição de produtos. Tem um projeto facilitado de desmonte.

Figura 1: Caminho da sustentabilidade
Fonte: adaptado de UFRGS (2004)



Para desenvolver projetos que contemplem este caminho da sustentabilidade pode-se considerar o ciclo de vida de produtos, ou o design para o ciclo de vida (*Lyfe Cycle Design*). Esta análise pode ser inserida no início do projeto para desenvolver produtos que se adaptem às premissas do caminho da sustentabilidade.

O ciclo de vida de produtos envolve a pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte. Estas etapas não são estanques e tampouco se esgotam nelas mesmas, pelo contrário, estão envolvidas em uma relação sistêmica onde influenciam e são influenciadas por vários outros fatores. A seguir serão abordadas algumas etapas conforme os autores Manzini e Vezzoli (2002) percebem estes processos.

Durante a pré-produção são produzidas as matérias-primas semi-elaboradas. Nesta etapa ocorre a aquisição de recursos, que podem ser virgens, secundários ou reciclados. Os recursos virgens, por sua vez, podem ser de fontes renováveis (biomassas; são cultivados e colhidos) ou não-renováveis (extraídos do solo). Nesta fase também há o transporte e a transformação dos recursos em materiais e energia.

A produção possui basicamente três momentos: a transformação dos materiais, a montagem e o acabamento. Também são citados, embutidos na produção, a pesquisa, o desenvolvimento, o projeto, os controles produtivos e a gestão destas atividades.

A distribuição envolve a embalagem, o transporte e a armazenagem. A primeira permite que o produto chegue intacto às mãos dos consumidores; o segundo pode ser feito por diversos meios de transporte; o terceiro, por fim, é onde o produto fica estocado até ser vendido. Durante a distribuição se percebe consumos e energia utilizados no transporte, bem como a estrutura e os fatores envolvidos na estocagem.

Durante o uso estão envolvidos o consumo e serviço. O consumo acontece quando o produto é usado e se consome ou utiliza recursos materiais e energéticos para funcionar, produzindo, conseqüentemente, resíduos e refugos. Algumas vezes os produtos precisam de reparos ou manutenção, estes são os serviços.

Ainda, quando o produto não serve mais para o seu fim, ou ninguém mais quer utilizá-lo, ele é descartado. Neste momento algumas ações podem ser tomadas. Pode-se recuperar toda a sua funcionalidade ou de algum componente; é possível utilizar algumas de suas partes e/ou materiais; é também comum não recuperar nada do produto. De todas estas etapas, o descarte é de fundamental importância para este artigo.

O fim da vida útil de produtos

O descarte de produtos tem se tornado muito precoce em função da chamada obsolescência programada. Carrascoza e Santarelli (2008, p.2) chamam atenção para a sociedade de consumo que após a Segunda Guerra Mundial, sustenta a economia e leva "o consumo a alcançar um lugar de destaque na vida cotidiana" e, onde a publicidade e o marketing têm usado argumentos para que se viva em função deste consumo. Os autores ainda consideram que a "obsolescência planejada dos produtos e a imposição da substituição prematura baseada no ciclo da moda e, sobretudo a publicidade veiculada nos *mass media*, atuaram de forma vigorosa para que a cultura do consumo se tornasse hegemônica na sociedade capitalista".

Sendo assim, o constante descarte de produtos faz com que se pense nos destinos dos produtos. Segundo UFRGS (2004), estes destinos podem ser: reuso, recuperação, reciclagem. O reuso "significa utilizar novamente os sistemas e subsistemas dos objetos em sua forma original", a recuperação "consiste em processar determinados produtos (sistemas e subsistemas) novamente não obrigatoriamente como da forma original" e na reciclagem se aproveita "dos produtos descartados materiais que podem voltar para as indústrias como matéria-prima para a fabricação de novos produtos".

O conceito dos 3R's (reutilizar, reduzir, reciclar) contempla estes preceitos. Conforme Cândido (2008) a prática projetual dos 3R's tende a minimizar o impacto no meio ambiente e, por isso, deve permear os projetos de design. Neste sentido, o autor realizou três estudos de caso, cada um abrangendo um dos 3R's para mostrar a eficácia desta proposição.

Quanto à reciclagem é bom mencionar que existem dois tipos, uma em anel aberto e outra em anel fechado. Na primeira "os materiais recuperados são utilizados em lugar de materiais virgens. Isto é, são usados na confecção dos mesmos produtos ou componentes de onde foram derivados" (MANZINI & VEZZOLI, 2002, p.97). No segundo caso, "os materiais são encaminhados para um sistema-produto diferente do de origem" (MANZINI & VEZZOLI, 2002,

p.97). Os processos pelos quais os produtos passam para chegar à reciclagem não serão abordados por não apresentarem pertinência ao recorte escolhido para essa dissertação.

Independente do destino que um produto vai ter ao fim de sua vida, é possível ressaltar a importância da desmontagem em qualquer um deles. Se um produto for reutilizado provavelmente ele precisará de manutenção, reparos, ou mesmo troca de peças, para isso a desmontagem deve ser possível. Da mesma forma, e com mais razão, se um produto for adaptado em outra função que não a original, a desmontagem é fundamental. Por fim, para reciclar um produto é imprescindível fazer a separação de todos os seus materiais para que não haja contaminação (quando um material que foi separado de outro, ao qual era colado ou fundido, por exemplo, e um deixou vestígios no outro, ou seja, não houve uma separação limpa) de um pelo outro, o que dificulta ou, até mesmo, impossibilita a reciclagem.

2 Visitas a centros de triagem

Com o intuito de coletar informações sobre qual é o fim de vida de alguns produtos, em que situação chegam aos centros de triagem de lixo, e qual o seu destino, alguns centros foram visitados e fotografados. Todos os centros visitados situam-se em Porto Alegre, foram eles: Profetas da Ecologia, Centro Social Marista (CESMAR) e Centro de Triagem Padre Cacique. As visitas foram realizadas entre setembro de 2007 e maio de 2008.

A primeira visita realizada foi ao Centro de Triagem Profetas da Ecologia. Neste Centro há cerca de vinte trabalhadores, que recebem o lixo de alguns bairros da coleta seletiva da prefeitura de Porto Alegre. Um dos grandes problemas na separação deles é que junto do lixo seco eles recebem muito material orgânico, como mostra a Figura 2, ou seja, a separação feita pela população da cidade não é adequada, sendo que, dessa forma, o lixo orgânico contamina o seco, ocasionando perda de material que poderia ser reaproveitado. Além disso, por causa da natureza do material trabalhado no referido local, além do mau cheiro, o lixo atrai insetos e roedores, o que se torna perigoso e desagradável para as pessoas que convivem neste ambiente diariamente.

Figura 2: Lixo orgânico e seco misturados.



A preocupação principal desse centro é separar os papéis, os plásticos com diversas classificações, os frascos de vidro (cacos e inteiros), isopor (é separado, mas não havia comprador na época da visita, por isso seria enviado ao aterro sanitário), o alumínio, o cobre e outros metais. Apesar do interesse na coleta de cobre dos produtos eletrônicos, se o produto em questão apresenta dificuldade de desmonte, ele não passa por esse processo, sendo destinado inteiro ao lixão. Isso é justificado pelos trabalhadores, pelo fato de que se eles dedicarem muito tempo nessa desmontagem, será mais demorado para fazer a separação dos outros materiais considerados mais fáceis e, assim, terão menos quantidade deles para vender. Ou seja, deixarão de ganhar dinheiro nos outros materiais.

O segundo local visitado não era um centro de triagem de lixo reciclável, mas sim um local de recuperação de computadores, envolvido em um projeto de inclusão digital do Governo Federal e subsidiado pelo Centro Social Marista (CESMAR). Neste caso os trabalhadores são jovens aprendizes que recebem uma bolsa para trabalharem meio turno neste local – aprendendo uma profissão – e estudarem em outro. Os computadores são recebidos na sua maioria de instituições (governamentais ou não), empresas e doadores particulares.

Os jovens aprendem a desmontar e remontar computadores, consertando-os, muitas vezes unindo peças de computadores diferentes para fazer um “novo”. Frequentemente as peças de uma máquina não servem em outra, sendo necessário comprar peças novas para fazer os computadores voltarem a funcionar.

Há uma grande quantidade de computadores no CESMAR para ser reaproveitada, como pode ser visto na Figura 3, e, quando consertados, alguns deles recebem decorações como pinturas (infantis e jovens) e então são enviados às escolas para constituírem os Telecentros (salas equipadas com computadores e acesso à internet, geralmente em escolas, para que a população em geral tenha acesso a esse tipo de tecnologia, faz parte de um projeto Federal de inclusão digital). O material que sobra é destinado à reciclagem – quando é possível reciclar o material –, sendo que as placas mãe danificadas são enviadas à uma instituição que possui um projeto para utilização do cobre dessas placas.

Figura 3: Computadores para serem recuperados.



Os trabalhadores do Centro de Triagem Padre Cacique, por sua vez, procuram fazer a separação de tudo que chega até lá, independente de tipo de produto ou material. Eles também recebem o lixo de alguns bairros da coleta seletiva da prefeitura de Porto Alegre, assim como os Profetas da Ecologia. O material recebido passa por uma pré-triagem para jogar fora todo lixo orgânico que chega junto do lixo seco. Com esta pré-triagem, o lixo orgânico não entra nos pavilhões onde é feito o restante do trabalho, eliminando, dessa forma, grande parte do mau-cheiro e dos insetos. Cada grupo de pessoas trabalha, então, com um tipo específico de classes de materiais: papel, plástico, isopor, metal e vidros.

Figura 4: Quantidade de cobre retirada de um ferro de passar roupa.



Papéis e isopores, depois de separados, são transformados em fardos e vendidos; os vidros são separados em cacos e garrafas inteiras, que têm mais valor comercial; os plásticos também são classificados por tipos. Já os metais, são todos encaminhados para uma única pessoa que se responsabiliza pela sua separação, desde latas de alumínio até os produtos eletrônicos que contém cobre. Estes últimos produtos, independente do seu tamanho e da quantidade de cobre que possuem (Figura 4) são sempre desmontados para a retirada do cobre e para a separação do alumínio e do ferro.

Observou-se, durante as visitas aos centros de triagem, que muitas vezes, para economizar tempo e conseguir fazer a desmontagem, o martelo é utilizado como ferramenta para a quebra do produto, como mostram as Figura 4 e Figura 5. Neste caso os materiais separados só podem ser encaminhados para a reciclagem, pois, obviamente estão quebrados em formatos irregulares, perdendo toda a sua validade de reuso e reaproveitamento em outras funções. E mesmo na reciclagem não se aproveita tudo que se poderia, já que parte desse material se extravia na quebra.

Figura 5: Uso de martelo para quebrar o ferro de passar.



O uso da força para essa tarefa ocasiona, freqüentemente, o ferimento da pessoa encarregada da desmontagem. As partes se soltam com violência e as ferramentas podem escapar do alvo, muitas vezes machucando as mãos e com risco de causar ferimentos mais graves como nos olhos, por exemplo. Pode se visualizar na Figura 6 as mãos machucadas do trabalhador que faz a separação do metal dos produtos. Isso se deve também ao fato de que

geralmente os trabalhadores não utilizam equipamentos de segurança como luvas, aventais, óculos ou máscaras. As luvas algumas vezes são até evitadas com a justificativa de que proporcionam a perda da sensibilidade do tato ao manejar peças menores.

Os instrumentos manejados também não são adequados. Na falta de ferramentas especializadas, utiliza-se geralmente a chave de fenda, o alicate e o martelo. Às vezes é necessário um torno para fixar o produto e fazer o seu desmonte, mas os trabalhadores não possuem tal equipamento disponível e precisam improvisar.

Durante estas visitas coletou-se algumas informações importantes sobre o fim da vida dos produtos e seu destino. A desmontagem de muitos produtos é difícil, algumas vezes impossível, acarretando na não desmontagem e não reaproveitamento de produtos, como acontece nos Profetas da Ecologia. Quando a desmontagem é possível, a maioria dos produtos passa por uma desmontagem destrutiva, onde se quebra os materiais para se ganhar tempo, já que o destino é a reciclagem nos centros de triagem. Já no CESMAR, os produtos têm suas partes separadas cuidadosamente, pois o objetivo é o reuso. Entretanto, além da falta de peças que possam ser utilizadas universalmente, mais uma vez o tempo é importante, pois quanto mais lento for o processo, menos computadores serão remontados com as peças adquiridas pelo desmonte de outros.

Figura 6: Mãos machucadas ao desmontar produtos.



3 Considerações Finais

Após as visitas realizadas nos centros de triagem e no centro de reaproveitamento de computadores, observou-se algumas deficiências nos projetos dos produtos, que têm influência direta no fim da sua vida. Existem inúmeras dificuldades no processo de recebimento, desmontagem e aproveitamento de produtos descartados.

Inicialmente percebeu-se que as pessoas não fazem uma separação do lixo adequada nas suas casas, dificultando o trabalho nos centros de triagem. Deveria haver uma mudança de atitude da população, a fim de descartar seu lixo corretamente. Talvez para isso também seja necessário um melhor esclarecimento sobre os diferentes tipos de lixo, seja através de campanhas ou da forma que se julgar mais adequada à situação.

No entanto, mesmo se os produtos são descartados de forma que podem ser reutilizados ou reaproveitados, existem outras barreiras para que isso aconteça. Como pode ser observado no

CESMAR, uma grande dificuldade é reaproveitar peças de um computador em outro de modelo diferente, devido à uma falta de padronização de encaixes e dimensões. Se houvesse um padrão definido, certamente haveria mais material reutilizado e menos desperdício.

Outra observação importante é a falta de planejamento da desmontagem dos produtos. Os centros de triagem utilizam uma técnica destrutiva para separar as partes dos produtos, destinados única e exclusivamente à reciclagem. Se fossem desmontados cuidadosamente, poderiam ser reutilizados e reaproveitados, aumentando tempo de vida de algumas partes dos produtos.

O ecodesign pressupõe a produção de produtos mais duráveis e reaproveitáveis. Sendo assim, reitera-se a necessidade de que os produtos sejam desenvolvidos a partir de uma visão sistêmica de projeto, contemplando o DfD, envolvendo os DfA, DfM, DfS e DfD. Dessa forma pode-se minimizar a quantidade de material que é descartada definitivamente ao fim da vida útil dos produtos. Além disso, Se os centros de triagem pudessem fazer uma separação limpa, sem quebra, poderiam utilizar maior quantidade de material para a reciclagem, ou mesmo entrar em outro nicho de mercado, da revenda de peças para reuso ou reaproveitamento, além de minimizar os ferimentos causados pela violência da quebra de produtos.

Sabe-se que todos os problemas não se resolvem apenas otimizando os projetos dos produtos, pois se não houver mudança de atitudes individuais e coletivas, alguns objetivos não poderão ser alcançados. Além de se esperar que os consumidores busquem produtos ecologicamente corretos, os designers precisam projetá-los e as empresas precisam investir em sustentabilidade.

Referências

Artigos em revistas acadêmicas/capítulos de livros

CARRASCOZA, João Anzanello; SANTARELLI, Christiane Paula Godinho. "O valor do precário na Criação Publicitária." *Anais do Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação*. p. 1-13. Natal, 2008.

FRY, Tony. Contra uma Teoria Essencialista de Necessidade: algumas considerações para a teoria do design. *Design em Foco*, Salvador, v.2, n.1, p. 63-77, jan/jun 2005.

MOK, H.S.; KIM, H.J.; MOON, K.S. Disassemblability of Mechanical Parts for Recycling. *Computers and Engineering*, Great Britain: Elsevier Science, p. 621-624, 1997.

Livros, e material não publicados

CÂNDIDO, Luis Henrique. *Contribuição ao Estudo da Reutilização, Redução e da Reciclagem dos Materiais com Aplicação do Ecodesign*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGEM. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

KRIPPENDORFF, Klaus. *The Semantic Turn - a new foundation for design*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006.

MANZINI, Ezio; Carlo VEZZOLI. *O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis - os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

PLATCHECK, Elizabeth Regina. *Desenvolvimento de uma Metodologia Consciente para Micro, Pequenas e Médias Empresas Industriais*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia ênfase: Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

UFRGS, Laboratório de Design e Seleção de Materiais. *CD-ROM Ecodesign*. Porto Alegre, 2004.

i Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, <saracopetti@yahoo.com.br>

ii Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, <neyferr@gmail.com>