Materiais com Baixo Impacto Ambiental e *Life Cycle Design*

Low Environmental Impact Materials and Life Cycle Design

CHAVES, Liliane Iten; Doutora; Universidade Federal Fluminense/PPGDesign UFPR
lilianeitenchaves@id.uff.br

ESPANHOL, Maria Lúcia; Graduanda em Desenho Industrial; Universidade Federal Fluminense/PPGDesign UFPR
luci.espanhol@gmail.com

SANTIAGO, Iago; Graduando em Desenho Industrial; Universidade Federal Fluminense/PPGDesign UFPR
iago_santiago@hotmail.com

GOMES, Felipe Ribeiro Oliveira; Graduando em Desenho Industrial; Universidade Federal Fluminense/PPGDesign UFPR
felipe.rogomes94@gmail.com

Resumo
O artigo apresenta o resultado de um redesign de produto desenvolvido na disciplina de Design e Ecologia ministrada para a graduação do Curso de Design da Universidade Federal Fluminense. Inicia apresentando a fundamentação teórica utilizada como conteúdo introdutório da disciplina com conteúdos relacionados ao Design para a Sustentabilidade Ambiental e Análise do Ciclo de Vida do Produto. Posteriormente apresenta-se o método utilizado para o desenvolvimento das atividades de redesign: avaliação do ciclo de vida do produto e a matriz MET, onde buscou-se qual seria a priorização de intervenção em relação ao design para a sustentabilidade. Por fim, o artigo apresenta o processo de um dos produtos redesenhados pelos estudantes como parte dos resultados da disciplina de Design e Ecologia.

Palavras Chave: design para a sustentabilidade, ecodesign, life cycle design, design de produtos.

Abstract
The article presents the result of a product redesign developed in a graduation course entitled Design and Ecology within Design Course of Fluminense Federal University. It begins by presenting the introductory theoretical contents related to Design for Environmental Sustainability and Product Life Cycle Analysis. Subsequently, it is presented the method used for the development of the redesign: Product Life Cycle Assessment (ACV) and the MET matrix results, used to prioritize the intervention regarding to design for sustainability strategies. Finally, the article presents the process of one product redesigned by students as part of the results of Design and Ecology course.

Keywords: *design for sustainability, ecodesign, life cycle design, product design.*

1. Introdução

A área do design para a sustentabilidade ambiental já é bastante consolidada, seja em termos educacionais, quanto na pesquisa e aplicação prática para o desenvolvimento de produtos. Os designers estão conscientes de seu importante papel e muitos inserem cuidados ambientais no desenvolvimento de seus produtos quando lhes é permitido, tendo em conta que sua intervenção está diretamente relacionada com seu poder de decisão nas empresas em que atuam.

A interferência do designer em relação ao design para a sustentabilidade tem quatro níveis, segundo Manzini & Vezzoli (2002), para promover resultados mais sustentáveis:

- redesign ambiental do existente;
- projeto de novos produtos e serviços que substituam os atuais;
- projeto de produtos e serviços intrinsicamente sustentáveis;
- proposta de cenários que corresponda a um novo estilo de vida.

Quando focado no primeiro nível, o designer busca projetar produtos já existentes inserindo mudanças em seu projeto para que o novo produto responda à mesma função que o anterior, mas que resulte em um menor impacto para o ambiente. Apesar do livro de Manzini e Vezzoli (2002) intitulado "O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais" ser uma bibliografia não recente (2002), ele continua a ser válido quando se trata deste primeiro nível, ou seja, do redesign ambiental do existente.

Em muitos casos, o redesign do produto se dá apenas através da troca da matéria prima por uma opção com menor impacto. Neste caso, o designer irá optar por materiais naturais, renováveis, reciclados, recicláveis, etc.

Este artigo procura apresentar que nem sempre priorizar a escolha de materiais com menor impacto ambiental é a melhor solução para o desenvolvimento de um produto com menor impacto ambiental.

Inicialmente, o artigo apresenta algumas categorias de materiais com menor impacto ambiental. Em seguida apresenta o projeto que leva em conta o ciclo de vida do produto, apresentando a relação entre o maior impacto ambiental em uma das fases do ciclo de vida do produto e a estratégia a ser priorizada.

2. A Escolha de Materiais com Menor Impacto Ambiental

Quando se trata de escolher materiais com menor impacto ambiental algumas possibilidades podem ser levadas em conta. A seguir, serão elencadas algumas categorias de materiais considerados com possibilidade de reduzir o impacto ambiental. Para cada material apresentado será feita uma breve explanação dos pontos fortes e fracos a serem pensados no emprego destes materiais.

Os **materiais naturais**, por exemplo, são aqueles utilizados da mesma forma com que foram extraídos da natureza. Por serem utilizados tal qual a sua extração, estes materiais conseguem ser reinseridos na natureza sem causarem maiores danos ao ambiente. Um dos grandes desafios é utilizar estes materiais sem modificar suas características originárias pois qualquer inserção química altera sua composição e pode retirar a característica que o distingue como bom para o meio ambiente: sua possibilidade de ser reinserido no meio ambiente. Em termos práticos pode-se citar o uso de verniz ou outro acabamento que prolongue a vida do material. Ou seja, usar uma fibra natural ou uma pedra (granito, mármore, etc.), por exemplo,

com um acabamento de superfície tira deste material sua vantagem ambiental. Outra observação que deve ser feita em relação aos materiais naturais é sua origem. Usar materiais naturais, porém com origem muito distante do local da produção cria impacto no transporte.

Já os **materiais renováveis**, como madeira e bambu, são bastante positivos pois não se exaurem, desde que não haja pressão sobre a única matéria prima e o sistema possa ter sua resiliência. Sendo um material natural, não deveria ser impregnado por produtos químicos, para que possa ser reabsorvido pelo ecossistema.

Os **materiais recicláveis** devem sempre ser levados em conta em um projeto com cuidados ambientais. No entanto, o uso de material reciclado não representa, por si só, a melhor solução para um produto ou sistema. Para que seja o material seja reciclado, é necessário que o produto seja desmontável e que o sistema de recolhimento de lixo seja eficiente e efetivamente recicle este material. apesar de ser um material nobre em relação a reciclagem, por manter suas características primárias, o alumínio, por exemplo, é altamente impactante em sua extração. Seria necessário não extraí-lo mais e apenas usar alumínio de origem secundária.

Uma das mais importantes recomendações em relação a escolha de materiais é o uso de **materiais locais**, buscando sempre a diversidade, ou seja, não causando pressão em apenas um tipo de material. Usar materiais locais possibilita uma diminuição de transporte e uma valorização aos recursos e saberes locais.

Ainda hoje há dificuldade de se encontrar uma base de dados sobre materiais (UNEP, 2010). Apesar disto, algumas ações feitas pelos designers em relação a diminuição do impacto ambiental no desenvolvimento de produtos podem não ser eficazes, apesar de se originarem de um verdadeiro querer ajudar. Estas ações podem estar focadas apenas na escolha de materiais e não levar em conta todo o ciclo de vida do produto.

3. Quando a Escolha de Material não é Prioridade

Normalmente os designers preocupados com a criação de produtos, que levem a um menor impacto ambiental, se atém à escolha de materiais com baixo impacto ambiental. No entanto, nem sempre priorizar a escolha de materiais com menor impacto é a solução que de fato diminua o impacto ambiental de um produto. Como é o caso, por exemplo, de se projetar produtos com materiais recicláveis em um sistema que não faz a reciclagem de materiais pós-consumo. Portanto, as prioridades de intervenção devem ser dadas à partir da observação e análise de todo o ciclo de vida do produto (CESCHIN & GAZIULUSOY, 2016). A esta abordagem dá-se o nome de *Life Cycle Design* (MANZINI & VEZZOLI, 2002), ou em português: projeto que leva em conta todo o Ciclo de Vida do Produto.

Nele a inserção de requisitos ambientais no desenvolvimento de um produto considera todas as fases do ciclo de vida do produto: a pré-produção, a produção, o uso, o descarte e a distribuição. Considera-se pré-produção a toda atividade (extração e pré-fabricação de peças) antes da fabricação. A fabricação é a fase em que as partes previamente confeccionadas na pré-produção vão ser montadas e receberem acabamento. Na fase do uso o produto irá ter seu destino, sendo manipulado para cumprir sua função, muitas vezes fazendo uso de outros elementos do sistema produto, como por exemplo uso de eletricidade, ou acessórios como filtros, etc. Para a distribuição deve-se levar em conta não apenas o transporte entre fases e dentro de cada uma, mas também as embalagens e locais para depósito. Neste sentido, muitas vezes, a embalagem é mais impactante em termos ambientais do que o produto em si. Finalmente, a fase de descarte leva em consideração todas as fases anteriores, mas principalmente a matéria prima adotada na pré-produção. Ou seja, depende do material escolhido ele terá um comportamento mais ou menos favorável ao meio ambiente em seu descarte. Novamente o sistema de coleta de lixo local tem uma grande influência no projeto de

um produto que vai ser descartado, sem falar na desmontabilidade projetada na pré-produção (CRUL & DIEHL, 2009).

Para o projeto que leve em conta todo o ciclo de vida, a função que o produto satisfaz deve ser levada em conta para a priorização da intervenção do designer. Caso o produto vá ser usado durante um período de tempo maior, não vale à pena criar um produto com um material de baixa durabilidade, apesar de ter um menor impacto ambiental. Sempre devemos priorizar o uso de materiais com menor impacto ambiental, como materiais naturais, renováveis, recicláveis ou reciclados, materiais leves, etc.

Esta abordagem pode usar como apoio uma Análise do Ciclo-de-Vida do produto (ACV), o que permite definir a fase do ciclo-de-vida com maior impacto ambienta, bem como quais são os materiais e processos mais impactantes. A partir dos resultados da ACV podem-se determinar quais são as estratégias prioritárias para se alcançar resultados mais eficientes e eficazes em relação ao design para a sustentabilidade ambiental (CESCHIN & GAZIULUSOY, 2016).

Sabe-se que a fase conceitual do projeto de produto é a que permite obter melhores resultados, isto é, se o designer antes de gerar alternativas já souber em que direção caminhar, melhores serão os resultados em termos ambientais. Assim, o projetista preocupado com esta temática de projeto de produto, deve consultar, também, resultados de Análise do Ciclo de Vida (ACV) de produtos similares executadas previamente pelos autores.

À partir das estratégias e linhas guias prioritárias os participantes da disciplina geram alternativas para uma solução mais sustentável, seja em forma de produto ou de Product Service System (PSS).

Neste sentido, as estratégias do Life Cycle Design são atemporais e podem ser usadas atualmente, são elas (MANZINI & VEZZOLI, 2002):

- a escolha de materiais de baixo impacto ambiental;
- a otimização do ciclo de vida do produto;
- a minimização do uso de recursos;
- estender a vida dos materiais;
- facilitar a desmontagem.

Na estratégia de **escolha de materiais de baixo impacto ambiental** há a preocupação de se utilizar materiais com menor impacto ambiental (os materiais foram brevemente apresentados na secção anterior).

Quanto a estratégia de **otimização do ciclo de vida do produto**: entende-se aumentar a durabilidade de um produto, seja aumentando a duração temporal, seja incrementando seu uso, ou seja, criando meios de que o produto seja mais utilizado (por exemplo, através do compartilhamento, produtos multifuncionais ou modulares).

Já na estratégia de **minimização do uso de recursos**, ao emprega-la o designer procurará restringir a quantidade de recursos (materiais e/ou energia) ao mínimo possível para o produto cumprir sua função com qualidade.

A preocupação com reciclagem e reciclabilidade de um material, bem como o reuso, compostagem etc., são argumentos inclusos na estratégia de **extensão da vida dos materiais**.

Na última estratégia, **facilitar a desmontagem**, encontra-se a preocupação com a rápida e fácil desmontabilidade do produto.

Cada uma destas estratégias é desmembrada em sub estratégias e estas em outras, de forma que se tenha uma especificidade de ação. Outros autores utilizam estratégias semelhantes para ecodesign com alguma modificação na quantidade de estratégias, podendo desdobrar uma

em outras, como por exemplo: a minimização do uso de recursos pode ser desdobrada em recursos e outra em energia (BREZET, 1997).

Inserir estas estratégias simultaneamente em um produto seria um exercício impossível, pois elas apresentam incompatibilidade entre elas, como por exemplo: minimizar o uso de recursos e otimizar o ciclo de vida do produto. Não necessariamente, mas muito provavelmente minimizar a quantidade de matéria prima compromete a durabilidade do produto. Por isso, compreender qual é a fase do ciclo de vida do produto que possui o maior impacto ambiental possibilita criar ações prioritárias, podendo assim ser mais eficiente a ação do designer (MANZINI & VEZZOLI, 2002).

Ao fazer uma ACV organizada por fases do Ciclo de Vida do produto, vislumbra-se qual a fase (material e componente) com maior impacto ambiental.

Assim, se a fase com maior impacto ambiental for a pré-produção, as estratégias diretamente relacionadas a ela são: "a escolha de materiais com menor impacto ambiental" e a "otimização do ciclo de vida do produto". É clara a razão da primeira estratégia ser prioritária para quando a fase de pré-produção seja mais impactante, pois é a fase do ciclo de vida que corresponde a extração e preparação da matéria prima para a fabricação. Substituindo a matéria prima por outra com menor impacto estaremos focando nossa atenção no que está causando maior problema ambiental. Já a "otimização do ciclo de vida do produto" é uma das estratégias prioritárias para quando a fase de pré-produção apresenta maior impacto, porque a durabilidade do produto no tempo faz com que uma menor quantidade de novos produtos sejam produzidas. É neste caso que o bom senso deve ser levado em conta, pois pode-se incorrer no erro de selecionar um material com menor impacto ambiental, mas que não tenha uma boa durabilidade. Pensando na função do produto e a satisfação do usuário ao longo do tempo, um produto que tenha durabilidade maior, mesmo sendo feito com um material com mais impacto pode ter no seu total de ciclo de vida um impacto menor que a soma dos impactos dos ciclos de vida de muitos produtos necessários para cumprir a mesma função ao longo do tempo. Claro que deve-se escolher materiais com menor impacto ambiental, porém a durabilidade do produto ao longo do tempo deve ser priorizada em detrimento ao valor do impacto ambiental do material. Ou seja, nem sempre o material com menor impacto ambiental é a melhor solução para um produto que deva funcionar durante um longo tempo. Para produtos com um ciclo de vida curto, deve-se optar por materiais com o menor indicador de impacto ambiental possível (MANZINI & VEZZOLI, 2002).

Produtos que tenham um maior impacto ambiental na fase de uso, ou seja, onde para a manutenção do funcionamento do sistema produto seja necessário o uso de energia (elétrica ou derivada de petróleo) em geral a prioridade de intervenção esteja na estratégia de "minimização do uso de recursos". Da mesma forma, encontrar um indicador maior na fase de distribuição requer a priorização desta mesma estratégia. Entende-se por fase de distribuição não só o transporte feito ao longo de todo ciclo de vida do produto, mas a embalagem necessária para proteger o produto no transporte e o armazenamento (MANZINI & VEZZOLI, 2002).

Produtos com maior impacto ambiental na fase de descarte requerem uma priorização no emprego da estratégia de "escolha de materiais de baixo impacto ambiental" e na estratégia de "extensão da vida dos materiais". Ao escolher materiais com menor impacto na pré-produção, naturalmente tem-se um menor impacto no descarte do produto ou partes do produto, deve-se ter aqui especial atenção com os materiais tóxicos, evitando seu uso. O descarte dos materiais está diretamente relacionado com a estratégia de "extensão da vida dos materiais", ou seja, no projetar produtos que permitam que seus materiais sejam reciclados ou que se utilize materiais recicláveis.

Seja na "Otimização do Ciclo de Vida do produto", quanto na "extensão da vida dos materiais" a estratégia de "facilitar a desmontagem está diretamente relacionada". Facilitar a desmontagem permite que a matéria prima seja reciclada, permite a manutenção do produto pela substituição de peças o que ocasiona como resultado um maior ciclo de vida do produto (MANZINI & VEZZOLI, 2002).

Percebe-se que o designer preocupado em desenvolver produtos com menor impacto ambiental deve analisar os resultados com bom senso. Nem sempre indicadores quantitativos direcionam a ação para um melhor resultado, deve-se observar todo o ciclo de vida do produto, além de compreender o contexto local em que este produto está inserido observando critérios como:

- Quais são os materiais naturais locais?
- Quais são os saberes locais relacionados à produção de produtos? É possível valorizar estes saberes e modos de produção artesanais locais?
- Como é o sistema de reciclagem do contexto em que o produto vai ser descartado? Um produto projetado para ser descartado em um contexto que não possui cuidados de recolhimento e separação deve possuir um projeto que leve em conta outro destino final.

Tendo por base o conteúdo acima exposto, a disciplina de Design e Ecologia tem uma atividade de redesign de um produto baseado na Análise do Ciclo de Vida. Esta atividade será abaixo apresentada, bem como alguns exemplos de resultados.

4. A Disciplina Design e Ecologia da Universidade Federal Fluminense

O curso de design da Universidade Federal Fluminense tem a duração de quatro anos e é oferecido em oito semestres. A disciplina de Design e Ecologia é oferecida no quinto semestre, portanto na metade do curso, mas não tem pré-requisito e não é obrigatória, podendo ser assistida por qualquer estudante inscrito regularmente no curso. A carga horária é de 68 horas, sendo dividida em dois professores. A atividade de redesign de um produto buscando o menor impacto ambiental se desenvolve em encontros semanais com duração de duas horas/aula, contemplando 34 horas no seu total.

O objetivo da atividade é identificar e analisar os impactos ambientais causados durante o ciclo de vida do produto, para com o resultado verificar qual a fase com maior/menor impacto ambiental, bem como quantificar quais materiais e componentes possuem maior indicador em termos ambientais. A partir das observações e análises dos resultados são geradas alternativas para o redesign de produtos com o intuito de causar menos impacto ambiental.

A atividade teve por base a estrutura de uma ACV composta de quatro fases, segundo o roteiro de BALDO (2000, p. 36) e VEZZOLI (2013, p. 107)

1. Definição dos objetivos e escopos: é a fase preliminar onde se estabelece a finalidade do estudo, a unidade funcional e os limites do sistema. Comparar o impacto entre dois produtos, saber qual a fase de maior impacto ambiental, saber qual o material mais impactante, saber qual o componente do produto mais impactante.
2. Inventário do Ciclo de Vida (LCI): é a fase da coleta dos dados do sistema estudado (peso, unidade, material, quilometragem, etc.). Constrói-se, portanto, um modelo artificial análogo ao sistema real que se quer estudar.
3. Análise do Ciclo de Vida (ACV): é a fase da avaliação propriamente dita, onde os dados levantados na fase anterior são julgados em relação aos impactos que causam.

4. Interpretação do Ciclo de Vida: os resultados em forma de valor são nesta fase interpretados para as futuras ações a serem tomadas.

Os alunos elegeram um produto de livre escolha, mas negociado com o professor. Desmontaram o produto e pesaram cada uma das peças que o compõe identificando seu material (fase de inventário). Abaixo está descrita todas as etapas da atividade.

1. Delimitação do sistema produto. Definição dos objetivos e escopos, bem como da unidade funcional.
2. Estabelecimento do ciclo-de-vida do produto e pesquisa para preenchimento da matriz MET, matriz MET (Materiais, Energia e Toxidade). A Matriz MET é uma forma simplificada de ACV. As letras MET se referem a ciclo Material, uso de Energia e emissões Tóxicas. A matriz MET é uma ferramenta qualitativa que serve para se obter uma visão global das entradas e saídas em cada etapa do ciclo-de-vida do produto. M – utilização de materiais. Trata de todas as entradas de materiais em cada fase do ciclo de vida do produto. Proporciona uma visão de quantidades, toxidade e/ou porque são materiais escassos. E – utilização de energia. Trata ao impacto dos processos e do transporte em cada fase do ciclo de vida do produto. Proporciona uma visão de quais são os processos e transportes de maior impacto. T – emissões tóxicas. Todas as saídas: emissões, efluentes ou resíduos tóxicos. Se refere a todas as saídas produzidas no processo.
3. Fazer o Inventário, documentando através de fotos o processo de desmonte e definindo os materiais. Organizando os dados em tabelas por fases do ciclo de vida do produto: pré-produção, produção, uso, distribuição e descarte.
4. Fazer a análise do Ciclo-de-Vida do produto de forma manual utilizando como base de dados o Ecoindicator 95.
5. Priorização das estratégias do Life Cycle Design.
6. Com base nos capítulos escritos por Vezzoli (MANZINI & VEZZOLI, 2002) no livro "O Desenvolvimento de Produtos com Baixo Impacto Ambiental", analisar todas as estratégias e sub estratégias do Life Cycle Design (MANZINI & VEZZOLI, 2002).
7. Uso de uma ferramenta de criatividade para brainstorming de ideias do redesign, do produto.
8. Gerar redesign com menor impacto ambiental para o produto estudado.

Ao longo da disciplina os estudantes fazem duas apresentações: uma com os resultados da Análise do Ciclo de Vida (ACV) e da matriz MET e o outro com o redesig do produto. Ao apresentar os resultados da ACV e da matriz MET o professor e os estudantes analisam qual é a prioridade, em relação as estratégias do *Life Cycle Design* (Projeto que leva em conta todo o Ciclo de Vida do Produto), a ser dada para o produto analisado.

5. Lâmpada de Emergência

Nesta seção serão apresentados exemplos do processo e resultados encontrados na disciplina de Design e Ecologia da Universidade Federal Fluminense. Foi selecionado um exemplo, que caracteriza melhor a priorização ou não da estratégia de "Escolha de Materiais com baixo impacto ambiental" em detrimento às outras estratégias do *Life Cycle Design*.

Um grupo de estudantes fez a Avaliação do Ciclo de Vida de uma Luminária de Emergência que funciona com 60 LEDs de 4W. Usa três pilhas recarregáveis para funcionar. Tem autonomia de 8 horas para função mínima e 4 horas para função máxima.

Figura 1 – Características da Lâmpada de Emergência

Garantia do Fornecedor	1 ano
SKU	029119
Temperatura de Cor	6400k
Peso	0,370kg
Dimensões	24cmx6,4cmx4,9cm
Voltagem	Bivolt
Fonte de Energia	3 pilhas recarregáveis
Autonomia	8 horas para função mínima e 4 horas para função máxima
Potência	4W

Fonte: adaptado de OUROLUX (2012)

A lanterna foi desmontada, sendo que devido à complexidade do circuito elétrico, (composto pelo cabo paralelo, plug, 60 Leds, transformador, resistor, capacitor, etc) e a dificuldade em identificar os materiais a ele pertencentes.

Como resultados da Matriz MET a equipe encontrou:

	Materiais	**Energia**	**Toxidade**
pré-produção	57% de cloro (derivado do cloreto de sódio) e 43% de eteno (derivado do petróleo);	Obtido pelo processo de eletrólise. Obtido por um longo processo que termina com a polimerização;	O cloro e o eteno precisam ser consumidos no próprio local de geração, porque são gasosos e tóxicos e de difícil transporte a longa distância. O cloreto de vinil monômero (MVC), intermediário utilizado na produção de PVC, é conhecido desde 1974 como potente cancerígeno;
	Polímero aromático formado a partir de monômeros de estireno assim como de aditivos que podem conter butadieno.	A polimerização do estireno em poliestireno ocorre sob aquecimento de uma suspensão em água e usando-se peróxidos para iniciar a reação.	Essas Substâncias são classificadas como prováveis cancerígenos humanos.
	Liga de ferro (óxido de ferro, misturado com areia fina). Carbono (carvão mineral) Cal	Redução, refino e laminação	Substâncias potencialmente tóxicas, partículas finas e ultrafinas que atingem as porções mais profundas do sistema respiratório, transpõem a barreira epitelial, atingem o interstício pulmonar e são responsáveis pelo desencadeamento de doenças graves.

produção	PVC;	Processado por compressão;	Resíduos, óleos, poluição gerada pelas máquinas transformadoras.
	Poliestireno Cristal PS;	Processado por injeção;	
	Aço, água;	Processo de forjamento a frio;	
distribuição	Embalagens do produto, papel, tinta para impressão.	Gasolina, álcool, gás, diesel. Energia para as máquinas que fazem o empacotamento do produto. Gráfica.	Emissão de gases provocados pelo combustível. Resíduos, aparas de papel.
uso	Energia elétrica	2,88kwh / mês	
descarte	PVC - 100% reciclável Água;	Triagem manual; Moagem, lavagem e secagem; Mistura/aglutinação; Extrusão e granulação; Transformação em um produto acabado por processos convencionais de conformação. Transporte até aterros Sanitários. Reciclagem mecânica, onde os resíduos plásticos são convertidos em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos.	Produtos pós consumo com diferentes aditivos dificilmente terão qualidade equivalente ao original. Resíduos Aterro sanitário
	Poliestireno Cristal PS, água		

Fonte: os autores

A equipe fez a Análise do Ciclo de Vida do Produto, após ter organizado o inventário com o peso das peças que compunham o produto, e obteve como resultado que a fase de distribuição seria a com maior impacto ambiental, seguida da pré-produção, da produção, uso e por último o descarte, com menor impacto tendo sido prevista a reciclagem dos materiais utilizados no produto.

A partir de um brainstorming foram definidos os seguintes requisites para o redesign do novo produto a ser criado:

1. Projetar produtos que tenham mais de uma função;
2. Aproveitar a energia de outros eletrônicos;
3. Ter mais de uma utilidade;
4. Diminuir o impacto na distribuição e no uso;
5. Aumentar a vida útil.

A partir destes requisitos foram geradas sete alternativas para o novo produto. Desde alternativas semelhantes com uso de LED, até o uso da boa e velha vela acesa com fósforo.

Alternativa 1: Mini Painel Solar com LED. Nesta alternativa a bateria seria recarregada diariamente com luz solar e armazenaria a energia de forma que durante à noite e em caso de emergência poderia ser usada.

Alternativa 2: Vela com Porta Vela. Neste caso em uma emergência seria acesa com fósforo. Nesta opção não haveria gasto de energia no uso e menor impacto ambiental na pré-produção.

Alternativa 3: Lâmpada de Bambu. Teria o mesmo projeto da lâmpada original de emergência, mas o plástico seria substituído por bambu.

Alternativa 4: Lâmpada de Emergência acoplada na parede. Ao invés de usar uma carenagem em plástico, a própria parede da casa serviria como invólucro para proteger os componentes.

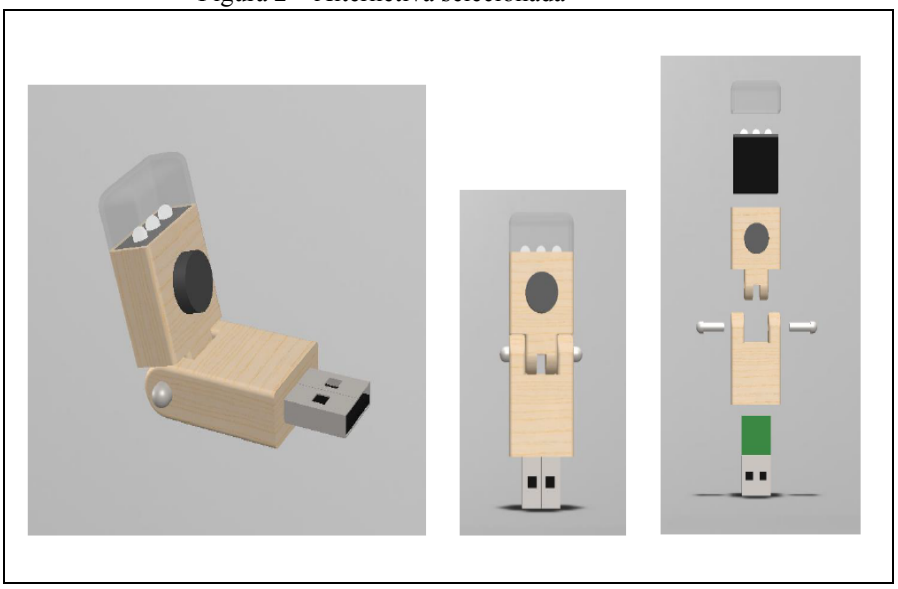
Alternativa 5: Um abajur com carregador que em caso de emergência funciona automaticamente. Neste caso a vantagem ambiental estaria em que um produto já utilizado normalmente receberia um segundo uso, em caso de emergência.

Alternativa 6: Uma lâmpada LED acoplada a um corpo de lâmpada que em caso de falta de luz permitisse ser separado.

Alternativa 7: Uma Pen Drive, que ficaria armazenando energia e em caso de emergência poderia ser utilizada.

Foi feita uma matriz decisória levando em conta os requisitos de projeto a alternativa 7 foi selecionada,

Figura 2 – Alternetiva selecionada



Fonte: dos autores

A alternativa escolhida possui os seguintes aspectos:

- Corpo dividido entre duas partes principais de bambu, unidas por um eixo a fim de garantir a articulação
- Articulação feita por dois pinos de aço, de cada lado

- Em cada peça de madeira há um furo para a passagem dos fios levando a energia do terminal USB às lâmpadas
- Botão de Látex para ligar e desligar a lanterna
- Lâmpadas de LED encontram-se conectadas à caixa com as baterias carregadas pelo computador
- Redoma de Poliestireno cristal

O grande desafio para criar o novo produto foi buscar uma solução em que a função de iluminar automaticamente quando da interrupção da energia fosse reservada. A equipe acreditou que a solução da vela de parafina fosse a melhor, porém não há uma maneira de acender a vela de maneira automática assim que faltar energia.

Para locais públicos, de grande circulação e comerciais é necessário que haja esse mecanismo automático, onde se faz necessário um circuito elétrico também. Por esse motivo é que se procurou gerar alternativas em que o produto tivesse outra função enquanto não houvesse a situação emergencial de falta de energia. Esta ideia surgiu da observação que a lâmpada fica ociosa e sem utilidade fora dos momentos emergenciais.

Acredita-se que a alternativa escolhida possibilite a redução de uso dos materiais, pelo seu tamanho reduzido, além de aproveitar a energia de aparelhos já em uso. Além disso, foi pensado no uso do bambu para a construção da Pen Drive, pois é um material renovável e, portanto, com menor impacto ambiental na pré-produção, comparado a um produto semelhante (pen drive) de plástico.

6. Considerações Finais

Como apresentado no título do artigo o presente trabalho apresentou casos de Análise do Ciclo de Vida de Produtos realizados por estudantes participantes da Disciplina de Design & Ecologia da Universidade Federal Fluminense, mostrando que dependendo do tipo de produto.

O exemplo apresentado demonstra que as soluções alternativas não estão focadas apenas na substituição para materiais com menor impacto ambiental, mas na priorização do uso de estratégias que contemplem uma redução do impacto ambiental levando em conta todo ciclo de vida do produto. No caso, os estudantes priorizaram a criação de um produto com mais de uma função, pois foi percebido que este produto passava a maior parte de sua vida útil ocioso. Neste caso, os estudantes buscaram soluções que desmaterializassem o produto.

Buscar este tipo de solução é diferente de apenas substituir o material. É sobretudo contemplar todo o ciclo de vida do produto e, tendo bom senso, compreender qual seria a melhor escolha para satisfazer o usuário criando um produto que cumpra a mesma função, mas que tenha um menor impacto em todo seu Ciclo de Vida.

Agradecimentos

O presente trabalho foi feito com suporte do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) processo (110845/2016-1).

Referências

BALDO, Gian L. 2000. **LCA Life Cycle Assessment:** uno strumento di analisi energetica e ambientale. Milan: Ipaservizi, 2000.

BREZET, Han. **Ecodesign:** A Promising Approach To Sustainable Production And Consumption. UNEP e Delft University of Technology, 1997.

CESCHIN, F; GAZIULUSOY, Idil. **Evolution of design for sustainability:** From product design to design for system innovations and transitions.

CRUL, M.R.M.; Diehl, J.C. **Design for Sustainability:** a step-by-step approach. UNEP, 2009.

CRUL, M., & DIEHL, J. C. **Design for sustainability (D4S)**: Manual and tools for developing countries. In Proceedings of the 7th Annual ASEE Global Colloquium on Engineering Education, Cape Town, 2008. pp. 19e23

CRUL, J. C.; DIEHL; C. RYAN (Eds.), **Design for Sustainability:** A Step-by Step Approach. Paris: United Nations Environmental Program (UNEP), 2009. (http://www.d4s-sbs.org/d4s_sbs_manual_site.pdf)

GOEDKOOP Mark .J.; Marjolein Demmers and Marcel Collignon. **The Eco-indicator 95:** Manual for designers; NOH report 9524. Amersfoort (NL): PRé consultants, 1995. (https://www.pre-sustainability.com/download/EI95ManualForDesigners.pdf).

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O **Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis:** os requisites ambientais dos produtos industriais.

OUROLUX. **Luminária de Emergência Ecológica**, 2012. Disponível em: <http://www.ourolux.com.br/blog/page/11/>. Acesso em: 02 de nov. de 2016.

UNEP (United Nations Environmental Programme). **Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials,** In: A Report of the Working Group on the Environmental Impacts of Products and Materials to the International Panel for Sustainable Resource Management. Hertwich, E., van der Voet, E., Suh, S., Tukker, A., Huijbregts M., Kazmierczyk, P., Lenzen, M., McNeely, J., Moriguchi, Y., 2010. (http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1262xPA-PriorityProductsAndMaterials_Report.pdf) Acesso: 31/03/2017.

VEZZOLI, C. The Material Side of Design for Sustainability. In: KARANA, E. et al. **Materials Experience:** fundamentals of materials and design. Waltham: Butterworth, 2013. pp. 105 – 121.