



PROPOSTA METODOLÓGICA DE ENSINO EM DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: RESULTADOS NO CURSO DE DESIGN DA UNIVERSIDADE POSITIVO

Cláudio Pereira de Sampaio – Mestre em Design pela UFPR, qddesign@hotmail.com, Universidade Positivo

Resumo: Este artigo apresenta os resultados da aplicação de uma proposta pedagógica de ensino do design para a sustentabilidade com base na metodologia D4S, e os resultados obtidos no primeiro semestre de 2008 na disciplina de Gestão Ambiental, ministrada para o terceiro ano do Curso de Design – Projeto de Produto da Universidade Positivo, em Curitiba, PR. A proposta inclui dois momentos principais: no primeiro, de caráter principalmente teórico, na qual são apresentados e discutidos os conceitos, princípios, estratégias, etapas, metodologias, ferramentas e cases relativos ao design para a sustentabilidade e ao ecodesign como uma das estratégias. Posteriormente, os alunos são convidados a desenvolver um trabalho prático de aplicação dos conhecimentos obtidos, utilizando um produto industrial de alta complexidade, contendo dispositivos eletromecânicos.

Palavras-chave: Design para sustentabilidade, Ecodesign, Ensino

1. INTRODUÇÃO

O estudo do design para a sustentabilidade, caracterizado por uma consideração simultânea das dimensões ambiental, social e econômica (*triple bottom line*), é, atualmente, uma das áreas de estudo em design que mais cresce no Brasil. Nas duas últimas edições do Congresso Internacional de Pesquisa em Design Brasil, realizadas em Curitiba (2006) e São Paulo (2008), o tema esteve entre os três com maior número de artigos científicos publicados, superando até mesmo áreas tradicionais do design. Por um lado, esta tendência aponta uma preocupação crescente com os impactos sócio-econômico-ambientais causados pela produção e consumo de bens e serviços, atividades das quais o design é parte integrante.

Por outro lado, verifica-se ainda que, na maior parte das escolas de design do país, ainda há uma enorme carência de conhecimentos específicos em design para a sustentabilidade. Esta carência evidencia-se na falta de domínio de conceitos e princípios fundamentais sobre o tema, gerando confusões conceituais (ecodesign, design sustentável, design social, ciclo de vida, por exemplo).

Além disso, observa-se também uma carência de domínio de metodologias e ferramentas adequadas ao design para a sustentabilidade, privilegiando-se o uso de metodologias tradicionais baseadas em autores já consagrados como Baxter (2000) e

Lobach (2001). Embora estas metodologias sejam relevantes, atualmente já não são suficientes para dar conta da complexidade gerada ao se introduzir as variáveis sociais e econômicas da sustentabilidade em um projeto de design.

Desta forma, cabe iniciar este artigo esclarecendo o conceito aqui utilizado, que é o design para a sustentabilidade (*Design for Sustainability*, ou DfS), ou seja, utilizando-se o design como um dos meios possíveis (e não o único) para se atingir um estado de maior equilíbrio social, ambiental e econômico na produção de bens e serviços para a sociedade.

O DfS pode contribuir para a sustentabilidade, segundo Manzini e Vezzoli (2002), de quatro maneiras principais: redesenhando os produtos atuais para que tenham um melhor desempenho, sobretudo ambiental (redesign); criando novos produtos com novos conceitos intrinsecamente ecológicos (novo design); desmaterializando o consumo de produtos a partir da sua substituição por serviços (sistemas produto-serviço, ou product service systems - PSS); a partir de uma nova realidade de produção e consumo mais sustentáveis, criando novos cenários marcados por estilos de vida mais sustentáveis (novos cenários).

Esta identificação inicial de possibilidades de atuação é bastante útil para se identificar quais delas são mais facilmente aplicáveis dentro da realidade atual (redesign e novo design de produtos) e quais, embora, com maior potencial de sustentabilidade, são mais difíceis de aplicar (PSS e novos cenários). Enquanto as duas primeiras podem ser aplicadas com alterações exequíveis nos sistemas de produção e consumo atuais, as duas últimas requerem mudanças significativas nos padrões culturais e de comportamento da sociedade atual.

Desta forma, esta classificação proposta por Manzini e Vezzoli (*opcit*) foi um dos pontos de partida para se elaborar uma estrutura pedagógica para a educação em design para a sustentabilidade no curso de Design da Universidade Positivo – UP.

2. PROPOSTA PEDAGÓGICA UTILIZADA

A proposta pedagógica da Universidade Positivo é caracterizada por uma abordagem construtivista transformadora, na qual, embora o professor tenha um papel importante como condutor do processo educativo, boa parte da responsabilidade pela geração de conhecimento está centrada na responsabilidade do aluno. Isto é estimulado a partir do uso de ferramentas como o Portal Universitário, no qual o aluno tem acesso prévio e em tempo integral a todos os conteúdos que são trabalhados em sala de aula. Além do material utilizado na aula, são disponibilizados conteúdos complementares para que os alunos possam aprofundar-se no tema que estão estudando.

No caso do curso de Design – Projeto de Produto, esta abordagem implica, em grande parte, na realização de atividades práticas, tanto em equipes quanto individuais, que estimulam o aluno a agir e resolver problemas, após a realização de algumas aulas de embasamento teórico sobre os temas. Embora a sustentabilidade seja trabalhada de forma transversal no curso, permeando diversas disciplinas, há uma disciplina específica que busca apresentar aos alunos uma base teórica consistente sobre o tema, e sobre como o design está inserido neste contexto.

O DfS é trabalhado na disciplina de Gestão Ambiental, que faz parte do currículo do terceiro ano do curso (que tem quatro anos), e, até 2008, era semestral. Esta disciplina não tem por objetivo projetar (ou reprojetar) produtos, mas sim criar subsídios para o projeto, que é dado na disciplina de Projeto III. Desta forma, a interdisciplinaridade é outra característica importante do curso, uma vez que todas as disciplinas convergem para apoiar a disciplina de Projeto, considerada espinha dorsal do curso, desde o primeiro ano.

A partir da estrutura proposta por Manzini e Vezzoli (*opcit*), o conteúdo de DfS em Gestão Ambiental foi assim estruturado:

1º bimestre: foco na eficiência ambiental de produtos

- Fundamentos de design para sustentabilidade
- Redesign ambiental: avaliação ambiental e proposição de melhorias para um chuveiro elétrico

2º bimestre: foco em inovação sócio-ambiental sistêmica

- Fundamentos de desmaterialização do consumo e inovação social
- Sistemas Produto-Serviço (PSS): identificação de uma necessidade social (trabalho em casa, ou *homeworking*) e desenvolvimento de um sistema de serviços em parceria com uma empresa, utilizando a tecnologia produtiva da mesma e aliando outras empresas parceiras.

Os resultados aqui apresentados referem-se a um trabalho de redesign ambiental de um chuveiro elétrico, portanto, relativo ao primeiro bimestre da disciplina. É importante ressaltar que, em 2009, a disciplina de Gestão Ambiental passou a ser dada em um ano, dividida em duas disciplinas semestrais, Gestão Ambiental I e II. Com isso, houve um grande ganho de qualidade para os alunos, pois há a possibilidade de se trabalhar com maior profundidade os conteúdos, que são extensos. Desta forma, têm-se agora dois bimestres para cada abordagem, em vez de um.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

O objetivo deste trabalho era elaborar um estudo de desempenho ambiental de chuveiros elétricos domésticos de baixo custo. Também chamados de “duchas”, na faixa de R\$ 20,00 a R\$40,00, estes produtos são bastante utilizados pela população brasileira mais pobre, geralmente das classes C, D e E. Após este estudo, os resultados foram utilizados para o redesign dos produtos, feito na disciplina de Projeto III. Onze equipes de quatro alunos cada avaliaram, durante um bimestre, seis modelos de chuveiros elétricos, utilizando ferramentas de avaliação ambiental integrantes da metodologia D4S (2007).

A metodologia D4S foi criada por pesquisadores da Universidade Delft, da Holanda, em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - UNEP, e está disponível para download gratuito online. As ferramentas de avaliação ambiental do D4S foram adaptadas e traduzidas por pesquisadores do Núcleo de Design e Sustentabilidade da UFPR e aplicadas na seguinte sequência:

- Definição da equipe e planejamento;
- Definição dos *drivers* ambientais e econômicos prioritários (internos e externos à empresa);
- Definição visual do ciclo-de-vida do produto e suas etapas principais, da unidade funcional, e da matriz de impactos ambientais;
- Definição da roda de estratégias ambientais;
- Sessão de desmontagem;
- Registro fotográfico com descrição dos problemas encontrados;
- *Checklist* detalhado de sustentabilidade (dimensão ambiental);
- Definição dos aprimoramentos iniciais (anotar as soluções ruins e inteligentes para o produto analisado);
- Geração de idéias e seleção.

Todas estas ferramentas foram utilizadas sob a forma de formulários que os alunos preenchiam a cada etapa do trabalho.

4. RESULTADOS

Após a definição das equipes e o planejamento do trabalho, os alunos discutiram sobre as principais motivações para a realização do projeto, utilizando os *drivers* sociais, ambientais e econômicos internos e externos à empresa fabricante de cada chuveiro como ponto de partida. Estes *drivers* são demonstrados de forma resumida no Quadro 1.

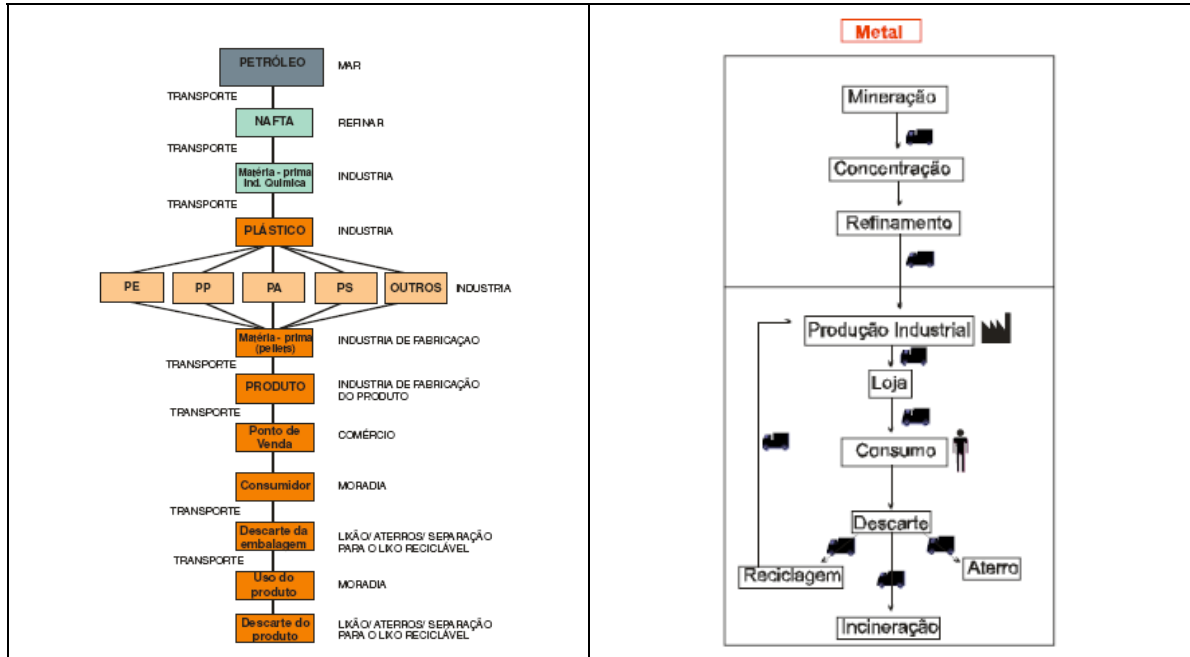
Quadro 01: drivers de sustentabilidade internos e externos à empresa

<i>drivers</i> internos	<i>drivers</i> externos
<p>Aspectos sociais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Justiça Social – pode reduzir riscos nos problemas sociais e de trabalho. Pode ajudar a evitar problemas de responsabilidade e reputação. • Forte diplomacia social – pode aumentar a motivação dos empregados. Empregados podem ganhar energia e experiência através dos programas e projetos sociais lançados pela empresa. • Controle e administração de sistemas sob o aspecto social – pode fazer os empreendimentos da empresa mais visíveis para os acionistas e depositários. <p>Aspectos ambientais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marketing Verde – o design e a produção de produtos com valor ambiental agregado pode impulsionar a reputação e o valor da marca. • Advertência Ambiental – administradores geralmente estão advertindo sobre a importância dos problemas ambientais. <p>Aspectos econômicos:</p>	<p>Aspectos sociais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opinião pública – os consumidores estão cada vez mais interessados no que está por trás dos produtos. • NGO pressão – As indústrias estão sempre na mira das ONGs por práticas sociais, ambientais e econômicas incorretas. <p>Aspectos ambientais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exigências legislativas - as exigências ambientais tendem a tornar-se mais rígidas nos países em desenvolvimento, forçando as empresas a terem uma postura mais proativa. • Exigências de participação de fornecedores e gerentes podem iniciar ou aprimorar melhorias dentro da empresa. • Rotulagem ambiental pode ser um elemento adicional para estratégias de marketing da empresa. • Exigências do consumidor como segurança, baixa toxicidade e reciclabilidade dos produtos têm aumentado. Produtos que não satisfazem estes requisitos tendem a ter baixa aceitação como “boa escolha” pelos consumidores. • Pressão dos grupos ambientais – tem forçado indústrias a eliminarem substâncias como CFCs de seus produtos. Estes grupos geralmente são altamente informados e profissionais, e continuarão expondo produtos que são considerados danosos (ex.: <i>Greenpeace</i>). • Pressão direta das comunidades vizinhas à empresa – geralmente direcionado a riscos ambientais e de segurança, pode ter grande

<ul style="list-style-type: none"> • Atingir novos consumidores – Pesquisas demonstram que os consumidores estão, de maneira crescente, dispostos a comprar de maneira ética. • Melhora na qualidade dos produtos – Confiança e funcionalidade andam juntas com produtos mais sustentáveis. • Economia de custos – redução de custos pode ser feita no uso de material, energia, sistemas de transporte e distribuição. • Crescimento na identificação e reputação da marca • Inovação de produtos – novas possibilidades para inovação de produtos podem encontrar soluções para as necessidades e anseios dos clientes. • Criação de Diferenciação de marca. • Novas oportunidades para a criação de valor. 	<p>impacto na produção e nos produtos.</p> <p>Aspectos econômicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normas e critérios – nos aspectos sustentáveis dos produtos continuarão sendo cada vez mais exigentes, podendo forçar as empresas a melhorar os produtos e processos. • Esquemas de subsídios – são disponíveis em alguns países para melhorar os aspectos de sustentabilidade de produtos e processos. Ao mesmo tempo, subsídios para energias e materiais crus estão têm diminuído, forçando as empresas a melhorarem a eficiência no uso destes. • Competição de fornecedores interessados em permanecer ou conquistar mercados pode favorecer a empresa a tornar-se mais sustentável. • Demanda do cliente por produtos mais saudáveis, seguros e ambientalmente adequados têm aumentado em algumas categorias de produtos. • Competição de mercado tem crescido tanto em nível local quanto global. Com isso, as indústrias podem e devem buscar uma <i>performance</i> inovadora, que pode e deve incluir aspectos de sustentabilidade em seus produtos e processos.
--	---

Após a definição dos *drivers* prioritários, os alunos buscaram identificar e estabelecer, de forma visual e sintética, o ciclo de vida do produto estudado (Figuras 01 e 02), suas principais etapas, inputs e outputs. Isto inclui os principais recursos, como materiais, água, tipo de energia, combustíveis fósseis e outros, bem como os tipos de transporte utilizados, e onde e como os produtos são produzidos, utilizados e descartados.

Figuras 01 e 02: Dois exemplos de representação de parte do quadro visual do ciclo de vida de um chuveiro elétrico de uso doméstico



Em seguida, buscaram definir qual a unidade funcional desejada para o produto, que nada mais é do que a combinação da função do produto com o cenário de uso do produto. Um exemplo de unidade funcional é mostrado na Figura 03.

Figura 03: Definição da unidade funcional a partir da combinação entre a função e o cenário de uso para um chuveiro elétrico de uso doméstico

A unidade funcional é a combinação da **função do produto** com o **cenário de uso** do produto.

FUNÇÃO

O que o usuário percebe como função principal do produto? Descreva em termos quantitativos e qualitativos	Aquecer e dispersar a água para um banho em até 3 temperaturas
--	--

CENÁRIO DE USO

	Modo de uso	Horas por dia	Dias por semana	Semanas por ano	Anos
Normalmente o produto será usado durante...	Banho	15 minutos	7 dias por semana	52 semanas por ano	2 anos

Uma vez conhecido o ciclo de vida geral do produto, suas principais etapas foram distribuídas horizontalmente em uma matriz de avaliação, e, na vertical, foram listados os principais critérios de avaliação ambiental (Figura 04). A partir de uma pesquisa prévia e de discussão em grupo, onde buscavam identificar pontos críticos em cada etapa, os alunos indicaram então, de forma qualitativa, os pontos ambientalmente críticos do produto estudado, utilizando a simbologia de sinais de trânsito (verde=nível baixo de impacto, amarelo= nível médio de impacto, vermelho= nível alto de impacto).

Figura 04: Matriz qualitativa de impactos ambientais para um chuveiro elétrico de uso doméstico

Matriz de impactos

	Extração do material	Transporte até o fornecedor	Pré-produção Pelo fornecedor	Transporte até a empresa	Produção na empresa	Transporte até o PDV	Transporte Pelo consumidor	Uso	Fim-de-vida
Uso do material	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Consumo de água	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Consumo de energia	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Uso de combustíveis fósseis	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Geração de resíduos sólidos	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Após a identificação dos pontos críticos no ciclo de vida do produto, os alunos procuraram identificar as estratégias de redução de impacto ambiental que seriam mais apropriadas para o projeto. Para isso, utilizaram uma ferramenta chamada Roda de Estratégias (Figura 05), que é composta de oito estratégias principais:

- Uso de materiais de baixo impacto;
- Uso de materiais;
- Técnicas de produção;
- Sistema de distribuição;
- Impacto durante o uso;
- Tempo de vida do produto;
- Sistema de fim de vida.

A definição das estratégias foi feita a partir dos resultados da discussão sobre os *drivers* internos e externos, que buscava identificar as motivações e necessidades da empresa, e da matriz de impactos, que tinha por objetivo identificar as necessidades ambientais.

Figura 05: A roda de estratégias ambientais, com as estratégias resultantes da análise dos *drivers* (A), da matriz de impactos (B), e a síntese das duas análises (C)



Além da identificação das principais estratégias de minimização de impacto ambiental que influenciam as decisões de design, era necessário também analisar detalhadamente o

produto a ser redesenhado, a fim de verificar se as estratégias escolhidas eram as mais adequadas ou se haveria a necessidade de revisão nestas escolhas. Para isso, os alunos realizaram uma sessão de desmontagem dos chuveiros elétricos, na qual identificaram os diferentes componentes, quantidade, peso, volume, materiais e processos utilizados, e dados de consumo energético (Tabela 01).

Tabela 01: Exemplo de preenchimento de um dos quadros utilizados na sessão de desmontagem, relativo ao consumo energético do chuveiro

Energia

Considerar a unidade funcional (Folha B3).

Modo de uso	Consumo de energia (W)	Horas/dia conforme Unidade Funcional (B3)	Custo de 1 KWH
Standby			
Econômico	12,7W	8 min por dia	0,38
Potência máxima	19,2W	8 min por dia	0,38
		Consumo total de energia por dia	12,7 KW/dia
		Consumo total de energia por ano	4635 KW/ano
		Custo total de energia por dia	4,83 R\$/dia
		Custo total de energia por ano	1762,95 R\$/ano

Os alunos identificaram também aspectos operacionais, como o tempo e dificuldade de desmontagem, sequência das operações e tipos de conexão a serem rompidas. Para isso, foram utilizados formulários próprios, exemplificados na Tabela 02.

Tabela 02: Exemplo de preenchimento de um dos quadros utilizados na sessão de desmontagem

Partes principais (por ordem de desmontagem)	Partes que devem ser removidas inicialmente	Material principal	Tipos de conexões a serem rompidas	Quantidade	Tempo (s)
1 tampa	tampa	Polipropileno	Nenhuma	1	5s
2 capa do resistor	tampa	Polipropileno	Nenhuma	1	120s
3 resistencia	Capa do resistor	Polycarbonato e outros	Nenhuma	1	300s
4 dispersor	dispersor	Polipropileno	Nenhuma	1	180s
5 outros	outras	Polipropileno, Polycarbonato, Metais, Outros.	Nenhuma	--	327s
				Total em segundos	932s

A embalagem do produto também fez parte da sessão de desmontagem, uma vez que era parte integrante do ciclo de vida do produto avaliado. Para isso, foi utilizado um formulário específico para esta finalidade (Tabela 03).

Tabela 03: Exemplo de preenchimento do quadro contendo dados da embalagem do chuveiro elétrico

Embalagem

Razão de volume (volume da embalagem/volume do produto)	Razão de peso (peso da embalagem/peso do produto)
	22,4/350,4= 0.06g
Materiais principais (papel, papelão, filme plástico, grampos, etc.)	Peso (g)
1 polipropileno	120,2g
2 policarbonato	14,6g
3 metais	77,4g
4 outros	117,2g
Peso total	328g

O registro fotográfico e a filmagem são, também, ferramentas bastante úteis para a análise ambiental de produtos, pois permitem que se elaborem relatórios mais compreensíveis e esclarecedores, com indicação dos problemas encontrados. No caso das filmagens, desde que feitas de forma contínua, permitem ainda a verificação da sequência e marcação do tempo de desmontagem. Estas ferramentas foram utilizadas pelos alunos, conforme demonstram as Figuras 05, 06, 07, 08 e 09.

Figura 05, 06 e 07: Exemplo de registro fotográfico com indicações de problemas encontrados na desmontagem dos chuveiros elétricos

- **seqüência de fotos com descrição dos problemas encontrados**



PEÇAS SÓ FORAM RETIRADAS COM QUEBRA DAS MESMAS.



PEÇAS SÓ FORAM RETIRADAS COM AJUDA DE FERRAMENTAS DE FORÇA.



PEÇAS INTERNAS COLADAS NÃO SE SEPARAM MESMO COM A AJUDA DE FERRAMENTAS.

Figura 08 e 09: Chuveiro elétrico desmontado e pesagem dos componentes com uso de balança de precisão



Uma vez realizada a desmontagem do produto, os alunos identificaram o tipo de material usado para cada componente e o peso, e anotaram os dados em um formulário específico. Após a pesagem, listaram em um quadro quais as boas soluções de design utilizadas no produto, bem como aquelas consideradas ruins, conforme o Quadro 02.

Quadro 02: Exemplo de soluções inteligentes x soluções ruins encontradas no chuveiro elétrico analisado

Soluções inteligentes no produto analisado (ex.: agilidade de uso, integração de funções, estrutura simplificada, boa seleção de materiais)	Soluções ruins no produto analisado (ex.: materiais incompatíveis unidos, partes supérfluas, uso de cola, estrutura complicada, revestimentos, não-identificação de plásticos)
Agilidade no uso	Presença de materiais não recicláveis
Fácil instalação	Difícil manutenção (troca da resistência)
Fácil manuseio	Embalagem frágil e sem preocupação ambiental
Economia de energia	Materiais diferentes unidos, de difícil separação
	Materiais sem identificação

Antes dos alunos iniciarem a geração de idéias para a solução dos problemas encontrados durante a desmontagem, foi feita uma verificação de aspectos ambientais do ciclo de vida do produto, a partir das principais estratégias de redução de impactos ambientais. Para isso, utilizou-se um *checklist* detalhado de sustentabilidade, com ênfase ambiental, exemplificado na Figura 10.

Figura 10: *Checklist* utilizado para a avaliação ambiental do chuveiro elétrico

Checklist detalhado de sustentabilidade

Dimensões ambiental, econômica e sócio-ética
(com base em SDO-MEPSS, 2007)

Dimensão ambiental

	SIM	NÃO	NÃO SE APLICA
A.1 otimização da vida do sistema			
• São usados sistemas descartáveis?	X		
• São usados produtos, embalagens e/ou suportes descartáveis?	X		
• As partes do sistema tendem a se tornar tecnologicamente/culturalmente/esteticamente obsoletas?	X		
• O sistema é usado individualmente, quando poderia ser compartilhado?		X	
• Algumas partes do sistema tendem a se desgastar mais facilmente?	X		
• O sistema é desprovido de serviços de suporte de manutenção e <i>upgrade</i> ?	X		
A.2 minimização do consumo no transporte			
• São utilizados meio de transporte pesado (com alta intensidade de emissão de poluentes) na distribuição dos bens de consumo?	X		
• São utilizados meios de transporte pesado na distribuição de produtos semi-acabados ou produtos finais?	X		
• São usados pesados para transportar pessoas?			X
• Há uso inútil (uma viagem vazia) dos meios de transporte?	X		
• As embalagens são superdimensionadas (projetadas com materiais e dimensões além do necessário)?		X	
A.3 redução dos recursos			
• O sistema consome uma elevada quantidade de energia?	X		
• O sistema consome uma grande quantidade de recursos naturais?	X		
• O sistema absorve uma grande quantidade de produtos consumíveis (como tinta para impressora, papel, etc.)?		X	
• Os produtos, embalagem ou os produtos de suporte têm uma elevada intensidade material?		X	
A.4 minimização/ valorização dos resíduos			
• Todos os resíduos do sistema são destinados ao descarte?		X	
• O sistema produz uma grande quantidade de resíduos no fim de vida?	X		

Uma vez finalizada toda a análise ambiental do produto, foram geradas idéias de melhoria (Figura 11), que alimentaram posteriormente a Lista de requisitos de Projeto para o *redesign* na disciplina de Projeto III. Entre os conceitos, foram propostas algumas soluções bastante interessantes e viáveis, como a redução no número de componentes por meio de conjuntos integrados, o uso de engates rápidos para a troca da resistência, ou embalagens mono-material, facilitando o descarte.

Figura 11: Melhorias propostas para o chuveiro elétrico, a partir dos problemas encontrados na análise ambiental

Ficha R7

Geração de idéias e seleção

Liste quais são as melhores e mais óbvias opções surgidas durante a análise da Matriz de Impactos (R5) e Definição dos Drivers (R4).

OPÇÕES DE MELHORIA

1. Facilitar reposição de peças, no quesito da desmontagem - encaixes que facilitam a desmontagem;
2. Utilizar materiais reciclados e facilmente recicláveis, fáceis de serem lavados;
3. Reciclagem em cascata(reutilizar os materiais para peças que não exijam materiais de alta qualidade);
4. Dosar fluxo de água, para evitar o desperdício, bolando um mecanismo de despejamento uniforme;
5. Diminuir resistência pois haverá um menor fluxo de água(dosagem);
6. Usar plásticos(propriedades físicas e mecânicas) que consumam menos energia para serem produzidos/reciclados;
7. Diminuir variedade de materiais, pois dessa forma gastará menos energia fabril e recursos naturais;
8. Diminuir quantidade de peças na montagem, fazer sub-conjuntos virarem peças únicas;
9. Imprimir na embalagem ou no produto instruções, etiquetas, certificados.

A partir da avaliação ambiental dos chuveiros elétricos, foram verificados vários problemas que implicam em problemas ambientais, e com os quais o design tem uma relação direta. Estes problemas vão desde a seleção adequada de materiais, passando pelo uso do produto, até o descarte final. Entre eles, os alunos verificaram:

- Dificuldade de desmontagem;
- Dificuldade de reparo, especialmente da troca da resistência, ocasionando descarte precoce do chuveiro;
- Falta de identificação dos materiais;
- Dificuldade de limpeza;
- Não há refabricação dos produtos;
- Componentes com materiais diferentes colados ou soldados, sem possibilidade de separação (ex.: plástico com insertos metálicos);
- Uso de materiais não recicláveis.

Além destes, foram verificados problemas relacionados ao sistema de produção e distribuição, como:

- Grandes distâncias entre fabricantes e consumidores, com necessidade excessiva de transporte, uma vez que vários dos produtos avaliados eram produzidos a grande distância dos pontos de venda;
- Embalagens pouco racionais em termos logísticos, gerando desperdícios de espaço nas caixas de transporte, e, por consequência, nos caminhões.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ao longo e ao final da disciplina apontaram vários aspectos positivos, tanto em termos pedagógicos quanto dos resultados da avaliação ambiental em si. A metodologia utilizada, que se caracteriza por uma estrutura modular e compreensível para os alunos, permitiu que se elaborasse um cronograma de trabalho com objetivos e datas claras para cada atividade. O caráter prático das atividades, levando os alunos a pesquisarem informações sobre os materiais e processos em diferentes fontes, e a discutirem sobre os dados, e em especial, a sessão de desmontagem, levaram a um pleno envolvimento dos estudantes com a atividade proposta.

Além disso, os conhecimentos sobre mecanismos e eletricidade adquiridos ao longo do trabalho enriqueceram o repertório técnico dos alunos, fazendo-os entender efetivamente o funcionamento dos produtos. Com isso, a preocupação inicial dos alunos com o desenho externo do produto acabou sendo, em parte, transferida para a geração de soluções mais funcionais.

Outro ponto importante refere-se à divulgação dos resultados do trabalho, que foram disponibilizados na internet por meio de um blog (www.designpositivo.blogspot.com), pois se percebeu que os alunos são favoráveis a terem seus trabalhos divulgados online, sentindo-se valorizados com isso.

Do ponto de vista dos resultados das avaliações ambientais, pôde se notar que a quantidade de problemas detectados foi significativa, o que demonstra que ainda há muito que se melhorar nos produtos industriais, mesmo aqueles produzidos por empresas renomadas.

Finalmente, há também aspectos passíveis de melhoria, tanto do ponto de vista pedagógico quanto dos resultados do trabalho. Em termos pedagógicos, verificou-se a falta de um maior conhecimento prévio dos alunos sobre conceitos físico-químicos fundamentais, principalmente no que se refere à eletricidade e à termodinâmica, e mesmo de sistemas de pesos e medidas.

Quanto aos resultados, ficou evidente a carência de dados quantitativos de impacto ambiental confiáveis sobre os materiais e processos utilizados do produto avaliado. Com isso, as avaliações foram basicamente qualitativas, muitas delas com base em pesquisas e em bom senso, o que pode levar à escolha de estratégias de projeto equivocadas. Notou-se que, para produtos semelhantes (todos eram chuveiros elétricos com as mesmas características básicas), as equipes muitas vezes optavam por estratégias de design diferentes, privilegiando uma ou outra etapa do ciclo de vida.

A utilização da Análise do Ciclo de Vida - ACV, que é uma ferramenta de avaliação ambiental quantitativa, é essencial neste tipo de trabalho. No entanto, trata-se de uma ferramenta baseada em softwares que ainda não são econômica e tecnicamente acessíveis para os estudantes, e mesmo para os professores, que não dominam a mesma. Embora não vejamos como essencial o aluno saber utilizar este tipo de software, entendemos que é importante que ele saiba utilizar criticamente os resultados obtidos em uma análise feita por um profissional especialista em ACV. Este é um dos desafios a serem superados para os próximos trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**: Guia prático para o design de novos produtos. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

Blog de sustentabilidade do Curso de Design da Universidade Positivo. Disponível em <http://www.designpositivo.blogspot.com>> último acesso em 02 de março de 2009.

D4S – Metodologia para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Disponível em <<http://www.d4s-de.org/d4sspanishlow.pdf>> último acesso em 02 de março de 2009.

LOBACH, Bernd. **Design industrial**: Bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. ISBN 85-212-0288-1.

MANZINI, E., VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

Núcleo de Design e Sustentabilidade da UFPR – NDS/UFPR. Disponível em <<http://www.design.ufpr.br/nucleo>> último acesso em 02 de março de 2009.