

## 2

### **O Design na sociedade de consumo: do descartável ao sustentável**

A crise ambiental está intimamente ligada à explosão de consumo, que por sua vez teve origem no rápido desenvolvimento dos processos de produção em massa, verificados ao longo do século XX. As seguidas crises econômicas, em especial a dos anos 30 e o esforço de reconstrução econômica nos anos do pós-guerra elevaram a competição entre as empresas a um nível nunca antes visto. Além disso, o processo de produção em massa reduziu os custos dos produtos, universalizando o acesso, aumentando com isso o consumo de recursos e descarte de resíduos para um nível insustentável.

A percepção da insustentabilidade deste modelo, nas décadas finais do século XX, levou a busca de alternativas sócio-econômicas mais equilibradas, como o Desenvolvimento Sustentável, que por sua vez influenciaram o design de produtos levando a abordagens como o Design para Sustentabilidade e o Ecodesign.

Neste capítulo, será caracterizado o Design de Produtos dentro deste contexto histórico, tanto como uma ferramenta de estímulo ao consumo insustentável como uma ferramenta para reduzir o impacto ambiental.

Ainda neste capítulo será aprofundado o Ecodesign, foco da tese, inclusive com apresentação de suas estratégias e algumas diretrizes.

#### **2.1.**

##### **A evolução do Design pela ótica ambiental**

Como em qualquer outra área do saber, o Design Industrial vive em constante atualização. As modificações na base técnica que o suporta e as

condições sociais do grupo para a qual ele trabalha constroem e redefinem a forma de atuação, os objetivos e as expectativas de sua prática.

Será resumido, a seguir, a evolução do Design ao longo do século XX, contextualizando-o dentro de cada momento sócio-econômico e enfatizando a relação com o impacto ambiental.

### **2.1.1.**

#### **Produção em massa: o Design para a redução de custos**

As tecnologias necessárias para o desenvolvimento da produção em massa têm suas origens no final do Século XIX. Os estudos do engenheiro Frederick Taylor, na última década daquele século, possibilitaram o surgimento de uma nova forma de entender a produção, o gerenciamento científico do trabalho. A partir de mapeamentos da movimentação dos operários durante suas atividades, Taylor criou um sistema que buscava a maximização da produtividade, a partir da análise de tempos e movimentos.

Já no início do século XX, os princípios de Taylor foram aprimorados por Henry Ford. De fato, o Taylorismo encontrará na produção automobilística americana seu centro de difusão e aperfeiçoamento. Sua disseminação trará sérios impactos sobre as relações de trabalho e os padrões de vida, bem como influenciará o Design de Produtos. Como conseqüências de sua implantação maciça, surgiram a linha de montagem, o trabalho tedioso e um ritmo de desenvolvimento industrial e social nunca visto antes.

Para HESKETT (1998) talvez a maior inovação de Ford foi o conceito de que é possível baixar os custos de um produto sem reduzir sua qualidade, a partir do aumento da produção. Esta percepção é uma ruptura no conceito normalmente aceito até então, de que para vender mais barato não havia outra possibilidade senão produzir um produto inferior.

No campo do Desenho Industrial, a repercussão dos princípios de produção em massa criou uma tendência de estabelecer como meta do Design a redução do preço. O designer deveria utilizar sua engenhosidade para encontrar soluções que

reduzissem os custos, acelerassem a produção, simplificassem, alcançassem o mesmo patamar de qualidade com menos gastos.

Um marco desta era foi o lançamento do Ford modelo T, em 1908. Design simples, forte, resistente, durável, acabamento espartano, quase um utilitário. Sua forma ainda era influenciada pelo Design de charretes, a referência para veículos até então, com suas rodas de madeira altas e finas, capota de lona retrátil, cabine aberta e bancos altos, longe da lama e poeira das estradas.

Uma característica marcante do modelo T, que exerceu forte influência sobre os preceitos do Desenho Industrial da época, era a perenidade, ou mesmo a imutabilidade, de seu Design. Como a tônica de então era que o Design teria como meta a redução de custos para viabilizar o conceito de “automóveis para todos”, nenhuma mudança era prevista para o produto ao longo dos anos. O próprio Ford alardeava que o modelo T seria o automóvel definitivo, o único produto que sua empresa comercializaria para sempre, e sem nenhuma alteração, exceto possíveis avanços tecnológicos que reduzissem o preço. Uma famosa frase sua acabou simbolizando essa época. Ao afirmar que “*o consumidor pode ter o carro na cor que quiser, desde que seja preto*”, Ford demonstrava, em seu tom irônico, que o Design de então não se preocupava em diferenciar o produto para agradar o consumidor.

A meta de otimizar a produção ao máximo atinge seus objetivos, como demonstra a impressionante queda do preço e aumento da produção do modelo T. Em apenas quatro anos, entre 1910 a 1914, o preço do automóvel cai de US\$ 850 para US\$ 360; neste mesmo período, a produção é multiplicada por 12, segundo dados de HESKETT (1998).

A aplicação dos princípios de Taylor e Ford não foi exclusiva da indústria automobilística, embora neste setor tenha ficado mais evidente seus resultados. O gerenciamento científico do trabalho seria aplicado por todos os segmentos industriais da época, com destaque também para as companhias de equipamentos elétricos que surgiram no final do Século XIX, como as alemãs AEG e a SIEMENS.

### 2.1.2. Mercados saturados: o Design para a diferenciação

HESKETT (1998) aponta que as conquistas tecnológicas e os novos paradigmas de produção favoreceram o incremento na produção e consumo no período entre guerras, mas que, na virada da década de 20 para 30, a bolha de crescimento tem sua primeira ruptura. O modelo de crescimento e conquista de novos mercados através da redução dos preços, para incluir novas classes no mercado de consumo, já demonstrava estar chegando no seu limite. Nos países desenvolvidos, o setor produtivo começava a perceber que todos os consumidores já possuíam o que era ofertado. A quebra da bolsa de Nova Iorque, em 1929, completaria o cenário, com a falência de várias empresas, levando a um aumento sem precedentes na competição entre as firmas sobreviventes.

No setor automobilístico, o mercado mundial era disputado por algumas poucas empresas americanas e européias, com destaque para as americanas Ford (que detinha metade do mercado), e GM. Em 1927, já no cenário de mercados saturados, Harley Earl, projetista-chefe da GM, encontra solução para desbancar a Ford na liderança das vendas. Earl tinha experiência anterior no projeto e produção de carrocerias sob medida para estrelas de Hollywood, que eram montadas sobre um chassi padrão. A percepção de que consumidores de alto poder aquisitivo buscam produtos diferenciados já era comum, mas Earl encontrou uma fórmula de aplicar essa diferenciação a todos os produtos, mesmo os voltados para as massas: fazê-lo a partir de uma base padronizada. Um novo paradigma do Design surge a partir desta percepção, ainda segundo visão de HESKETT (1998).

Aos poucos o Design absorve esta nova abordagem, substituindo o modelo antigo, cuja ênfase era a redução de custos, pelo novo, cujas preocupações principais são a diferenciação, mudanças periódicas e ouvir o consumidor.

O autor entende que Earl, assim como outros designers bem-sucedidos da época, como Loewy, viam a função do designer como claramente mercadológica, isto é, estimular as vendas através de alterações na forma, se possível alterações que não implicassem em nenhum aumento de custo de produção. Prática muito

criticada posteriormente pelos funcionalistas, essa medida foi se acentuando no período mais crítico da crise econômica, entre 1929 e 1935.

Cabia aos profissionais ligados a projeto, como os designers, a introdução de mudanças cosméticas anuais, com mínimo de interferência no processo produtivo. Cabia também, por vezes, formular e incentivar modismos, desvalorizando a forma anterior como sendo ultrapassada, obsoleta. Por fim, fazer o usuário apaixonar-se pela novidade. O novo paradigma hegemônico, em contraste com o vigente até os anos 20, está assentado na diferenciação de produtos, na descartabilidade, nos aspectos ornamentais, no exotismo e na competitividade das empresas. A inovação tecnológica não se traduz no Design sempre em mudanças concretas, mas sim, muitas vezes, na inclusão de adereços formais que caracterizam modismos e desvalorizam os produtos já adquiridos, estimulando o descarte e a nova aquisição. O aperfeiçoamento das técnicas de diferenciação estética de um produto sem que isso corresponda a um aprimoramento tecnológico, deu origem ao movimento que ficou conhecido como *Styling*.

A despeito da crítica à futilidade dessa forma de Design, o fato é que vários países do mundo experimentaram um período de democratização do bem-estar material. Pela primeira vez desde a Revolução Industrial, os benefícios da industrialização alcançam uma boa parte da população, e não apenas a um pequeno grupo dominante.

Heskett conclui sua avaliação deste momento do design observando que o período de ouro do *Styling* chega ao final na década de 60, embora naturalmente a tendência de produzir diferenciação a partir de modismos e alterações cosméticas exista até hoje.

Atualmente, o setor produtivo lança mão também de outros recursos para estimular a troca de produtos, as políticas conhecidas como Obsolescência. Do ponto de vista ambiental, o desenvolvimento de princípios de Obsolescência foi uma fase marcante na história do Design, pois aumentou enormemente o impacto dos produtos.

Obsolescência é uma forma imposta de reduzir a vida útil de um produto. STAHEL apud. OLIVEIRA (2000), define obsolescência como “o prematuro declínio ou colapso em valor de um produto ou material antes do fim de sua vida útil”. Sob o termo Obsolescência encontram-se várias estratégias para a desvalorização de um objeto, visando sua reposição. Nas décadas seguintes à II Guerra Mundial, são desenvolvidas pelo menos três:

Uma, já abordada, é a Obsolescência de Estilo, que se baseia numa política de lançamento de novos produtos regularmente, sem alterações significativas, mas tão somente mudanças estéticas superficiais. A obsolescência de estilo, também conhecida por obsolescência social, de desejo ou de gosto, pressupõe o esvaziamento da qualidade da relação entre o usuário e o produto através do convencimento que este produto está ultrapassado, ainda que ele exerça suas funções adequadamente e não exista nenhum outro superior tecnologicamente já disponível no mercado.

Outra forma de Obsolescência, a de qualidade, ocorre quando a empresa deliberadamente projeta um componente do produto com resistência inferior, prevendo a quebra ou o desgaste, de forma a reduzir a durabilidade do produto. Estratégia semelhante ocorre quando a empresa lança mão de uma política de preços para peças de reposição que torna a manutenção dispendiosa a tal ponto que a aquisição de um novo produto passa a ser mais atraente economicamente.

Logo as empresas perceberam outra forma de obsolescência mais eficiente que o desgaste prematuro do produto, a Obsolescência Tecnológica. Esta se refere à substituição de um produto por outro de melhor desempenho, portanto não coloca a marca da empresa em risco. Talvez seja a forma mais ética de estimular um consumidor a substituir seu produto, uma vez que, neste momento, este está trocando um bem por outro superior. Entretanto, apesar de ser freqüentemente uma obsolescência benéfica para o usuário, nem sempre é inquestionável, porque por vezes o produto substituído cumpria com sua função de forma satisfatória, e o desejo de troca ocorre apenas a partir do fascínio que a tecnologia e o novo exercem sobre o consumidor. Aparentemente, vários dos aparelhos adquiridos são sub-utilizados. Poucos usuários usam todos os recursos de seu DVD, telefone

celular ou relógio digital. Frequentemente consumidores adquirem veículos tipo “fora-de-estrada”, e não costumam viajar por estradas não-pavimentadas, ou pessoas que não sabem nadar compram relógios de mergulho resistentes a 200 metros de profundidade. Mas é inegável que o progresso tecnológico tende a oferecer maior conforto para o usuário e que, em alguns casos, o produto atualizado impacta menos o meio ambiente que seu predecessor, reduzindo o débito ambiental provocado pela substituição prematura.

Hoje, em muitos setores, as empresas se tornaram reféns deste modelo de troca constante, ao se verem obrigadas a criar e lançar novos produtos regularmente e investir maciçamente em marketing para se manter no mercado.

### **2.1.3. Crise ambiental: o Design para sustentabilidade**

A descartabilidade dos produtos, democratização do acesso ao consumo, crescimento demográfico e crescimento da renda per capita mundial aumentaram a pressão sobre o meio ambiente a um patamar insustentável. Em apenas meio século de aplicação deste modelo econômico, os recursos naturais ficaram seriamente ameaçados.

A partir da década de 80 os princípios de sustentabilidade passam a influenciar a política, economia, engenharia, design e muitas outras áreas da atividade humana.

A aplicação do princípio de sustentabilidade no design de produtos dá origem a abordagens como o Design para Sustentabilidade e Ecodesign, que nascem no fim da década de 80 e amadurecem no início deste século. Um design inserido e consequência do movimento ambientalista.

Um dos resultados da aplicação destes princípios no design foram as novas formas de obsolescência que surgiram, como a obsolescência econômica e ecologia.

A Obsolescência Econômica ocorre quando uma empresa lança um produto novo que cumpre a mesma função do anterior gastando menos recursos, sendo, portanto vantajosa para o usuário. Podem-se citar produtos como lâmpadas fluorescentes, que duram mais e poupam energia, como um exemplo.

Há ainda a Obsolescência Ecológica, ainda incipiente, que procura apelo junto aos consumidores preocupados com o impacto ambiental do seu consumo. É o caso da substituição de copos descartáveis por copos perenes laváveis. Normalmente, produtos com melhor desempenho ambiental apresentam também melhor desempenho econômico.

Os últimos casos são exemplos de obsolescências benéficas não apenas para a empresa, mas também para o usuário e meio ambiente, e que políticas de Ecodesign podem ser lucrativas. Essa possibilidade será melhor abordada nos tópicos seguintes.

Estes modelos de design, que buscam a sustentabilidade sem perder os ganhos em bem estar obtidos nas fases anteriores, são temas centrais desta tese, então serão vistos com mais profundidade em tópicos próprios: 2.3 Design para Sustentabilidade, 2.4 Eco-eficiência e 2.5 Ecodesign. Já o princípio político que dá base a essas abordagens de design, o Desenvolvimento Sustentável, será abordado no próximo tópico.

## **2.2. Desenvolvimento Sustentável**

Segundo VAN BELLEN (2002), existem cerca de 160 definições para Desenvolvimento Sustentável. Há um consenso mundial sobre a urgência em encontrar um modelo econômico sustentável, mas cada país, organização e empresa entende Desenvolvimento Sustentável de uma forma, geralmente a adequada aos seus interesses.

Para o Relatório Brundtland, documento adotado pela ONU na década de 80, Desenvolvimento Sustentável é o *“desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem prejudicar a capacidade das futuras gerações de*

*atender as suas próprias necessidades*”. Já a União Internacional para Conservação da Natureza - UICN, define Desenvolvimento Sustentável de forma um pouco menos vaga:

“Um modelo econômico capaz de gerar riqueza e bem-estar enquanto promove a coesão social e impede a destruição da natureza. Esse modelo procura utilizar recursos naturais sem comprometer sua produção, fazer proveito da natureza sem devastá-la e buscar a melhoria da qualidade de vida”.

Qualquer que seja a definição utilizada, o conceito de Desenvolvimento Sustentável coloca o modelo de produção e consumo sob foco de atenção, abordando os aspectos ambientais com uma visão de longo prazo, em contraste com o atual modelo de desenvolvimento, fundado em uma lógica puramente econômica e imediatista.

Para SIENNA (2002), a maioria das definições tem três características em comum: uma condição humana desejável; uma condição do ecossistema desejável; e a busca por uma equidade duradoura, isto é, entre todos os cidadãos da presente geração e entre os da presente geração e da futura.

O Desenvolvimento Sustentável também pode ser entendido como uma abordagem intermediária entre duas forças que dividiram o discurso ambiental até a década de 80, uma fortemente antropocêntrica, onde a preservação da natureza ocorre apenas por motivações financeiras, outra extremamente bio-cêntrica, onde a importância atribuída a humanidade não supera a de qualquer outro ser vivo. ALCANTRA (2003), citando Becker, define desta forma as duas abordagens:

“A primeira tem uma concepção fortemente antropocêntrica, cujo imperativo é o progresso, (...) A outra concepção radical e recente, a ecologia profunda, é bio-cêntrica, com a igualdade entre as espécies: seu imperativo é a ecotopia, abordando a necessidade de estabelecer limites ao crescimento econômico em geral e ao crescimento demográfico em particular para a preservação da natureza”. (ALCANTRA 2003: 30).

Entre os dois extremos, não há apenas o Desenvolvimento Sustentável, mas também outras abordagens intermediárias, tais como: Proteção Ambiental, Gestão de Recursos, Ecodesenvolvimento, Economia Política do Ambiente. A despeito destas outras abordagens, foi o Desenvolvimento Sustentável que prevaleceu, uma vez que foi acolhida pela ONU nos congressos internacionais a partir do fim dos

anos 80. Este aparente consenso, entretanto, esconde não apenas os diferentes conceitos de Desenvolvimento Sustentável, mas também diferentes percepções que ainda existem quanto a como se alcançar este equilíbrio. Enquanto para alguns o Desenvolvimento Sustentável entende necessariamente uma mudança nos padrões de consumo e estilos de vida, outros usam esta expressão para designar abordagens de crescimento ilimitado calcado em novas tecnologias e novas formas de organizações sociais, menos impactantes. Um dos pontos centrais da divergência está na compreensão do que vem a ser qualidade de vida, meta central do Desenvolvimento Sustentável. Enquanto para alguns a melhoria das condições de vida se relaciona com igualdade social, acesso à comida, água potável, lazer, trabalho digno, entre outros, para outros a qualidade de vida está exclusivamente condicionada ao progresso, vinculando-o, portanto, com a necessidade do crescimento econômico.

A Agenda 21, documento criado pela ONU, utiliza uma abordagem mais ampla para o Desenvolvimento Sustentável. Baseado na proposta, SACHS (1986) entende que sustentabilidade não pode limitar-se à visão econômico-ambiental de fluxos e estoques de matéria, energia e capital. Para este pesquisador, é necessário que sejam consideradas simultaneamente as dimensões social, econômica, ecológica, espacial e cultural. Essa abordagem ampla consiste em:

- sustentabilidade social: melhorar as condições de vida das populações e reduzir a distância entre ricos e pobres;
- sustentabilidade econômica: alocar e gerir eficientemente os recursos, avaliados muito mais sobre critérios macro-sociais do que micro-empresariais e por fluxos regulares de investimentos públicos e privados;
- sustentabilidade ecológica: reduzir o consumo de recursos e a produção de resíduos, intensificar as pesquisas e uso de tecnologias limpas e definir regras que permitam uma adequada proteção ambiental;

- sustentabilidade espacial: equilibrar a distribuição do território entre áreas rurais e urbanas, envolvendo, entre outras preocupações, a ocupação excessiva das áreas metropolitanas;
- sustentabilidade cultural: buscar concepções de desenvolvimento e globalização que respeite e preserve as peculiaridades de cada cultura e de cada local.

Apesar dessa abordagem mais ampla ter sido adotada pela ONU, ainda é mais frequente atribuir a sustentabilidade a um tripé, assentado sobre aspectos econômicos, ecológicos e sociais. Nos aspectos econômicos a busca é pela sustentabilidade financeira do negócio, a lucratividade. No aspecto ecológico a empresa se preocupa com a sustentabilidade ambiental de sua atividade, reduzindo impactos. No aspecto social procura engajar a empresa nos movimentos sociais que buscam a melhoria da comunidade local onde a firma está inserida, bem como boas relações trabalhistas como o corpo funcional. Desta forma, a empresa procura manter a sustentação e o equilíbrio de sua atividade econômica em longo prazo.

Assim, o Desenvolvimento Sustentável dá base política para novos modelos de ação nos negócios, mas também em diversas outras áreas. Sob o amplo conceito de Desenvolvimento Sustentável, podem ser posicionadas diversas abordagens, como a Produção Limpa, Ecologia Industrial, Ecoeficiência, Design para Sustentabilidade, Ecodesign.

Produção Limpa, termo introduzido pela PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, refere-se ao princípio de que a poluição que não existe, não precisa ser removida. Todo resíduo pode ser considerado um “produto” sem valor comercial, isto é, algo indesejável, mas que teve um custo para ser produzido, e que depois terá outro custo para ser tratado. A produção limpa significa evitar a produção dos resíduos, ao invés de aceitar sua existência e tratá-lo no final do processo produtivo. Desta forma, significa economia de materiais e de energia, bem como a redução de emissões tóxicas e de resíduos para o meio ambiente.

Ecologia Industrial é um conceito ligado a Produção Limpa, porém mais abrangente e visionário. Para QUEIROS (2003), RAMOS (2001), VENSKE (2002) e POLIS (1998), esta ótica enfatiza o trabalho em conjunto das empresas, onde o que é resíduo de uma é utilizado como matéria prima de outra, a semelhança da interdependência dos ecossistemas naturais. Pela abordagem da ecologia industrial, o sistema industrial é considerado um sub-sistema da biosfera. Da mesma forma que a biosfera, o sistema industrial também pode ser considerada um fluxo matéria, energia e informação, se caracterizando, portanto, como uma organização particular de fluxos dentro daquela. Sendo assim, parte-se do princípio de que é possível organizar todos os fluxos envolvidos no sistema industrial de forma a torná-lo um circuito quase inteiramente fechado.

Os conceitos Design para Sustentabilidade, Eco-eficiência e Ecodesign, que estão diretamente ligados ao tema desta tese, serão abordados em maior profundidade nos tópicos a seguir.

### **2.3. Design para Sustentabilidade**

Derivado do conceito de Desenvolvimento Sustentável, o Design para Sustentabilidade, é a aplicação daquele no projeto de produtos, tendo surgido, portanto, no fim dos anos 80. Alguns pesquisadores, entretanto, entendem que conceitos de Design para Sustentabilidade já eram encontrados no pensamento de autores décadas antes. FIELL, apud BARBOSA (2003), por exemplo, acredita que Design para Sustentabilidade teve como pioneiros Richard Buckminster Fuller e Vitor Papanek. Fuller buscava formas mais holísticas de perceber o planeta ainda nos anos 50, e criou o termo “Nave Espacial Terra” (*Spaceship Earth*). Viktor Papanek foi outro pensador do design apontado como um pioneiro nos conceitos hoje empregados em Design para Sustentabilidade. Este autor destacou as relações entre processo projetual e a consciência social e ecológica em seu livro “Design para o mundo real” (*Design for the real World*), de 1971.

Segundo SOUZA (2005), Design para Sustentabilidade é:

“A ferramenta que intensifica, aprimora e amplia os objetivos originais de design e seu respectivo raio de ação, através de produtos, serviços, processos, sistemas e estratégias, agindo em comunhão com o conceito de desenvolvimento sustentável seguindo as metas estabelecidas internacionalmente para tal fim”. (SOUZA 2005: 22).

O autor enfatiza que essa abordagem acompanha acordos internacionais (protocolo de Kyoto, Agenda 21, Metas do Milênio etc.), e que isso possibilita ao conceito de Design para Sustentabilidade estar sempre atualizado, podendo principalmente direcionar os esforços para questões emergentes como Responsabilidade Social, Inclusão Digital, "*Fair Trade*" ou Igualdade Econômica, Aquecimento Global, entre outros.

Para MANZINI & VEZZOLI (1998), Design para Sustentabilidade é “*uma atividade de design com o objetivo de conectar o que é ‘tecnicamente possível’ com o que é ‘ecologicamente necessário’*”. O autor ressalta o aspecto cultural do problema do consumo, sugerindo que o design pode atuar construindo novos cenários onde irão induzir alterações no comportamento dos consumidores. O autor identifica três cenários, conforme o grau de profundidade da atuação do projetista:

1. **Ênfase na reciclagem** - produtos duram pouco.
2. **Ênfase no estabelecimento de uma relação afetiva duradoura entre usuário e produto** - produtos duram muito.
3. **Ênfase em serviços** - desmaterialização.

DEWULF (2003) tem uma abordagem semelhante. Para ele, Design para Sustentabilidade é um saber que tem como objetivo melhorar a Eco-eficiência de um produto ou serviço, podendo, entretanto, ir além da aplicação em projetos para abranger a estruturação do próprio negócio da empresa. Para o autor, existem quatro níveis de aplicação:

1. **Melhorias no produto** – se limita a reconsiderar componentes e materiais visando permitir a reciclagem, a redução de impactos no descarte, o uso de matérias primas renováveis ou abundantes etc. Por exemplo,

substituição da madeira especificada para um móvel, de Mogno para Eucalipto certificado.

2. **Redesign do produto** – procura melhorar a concepção técnica do produto para redução do impacto. Por exemplo, adicionar função desligamento automático em um produto eletrônico para reduzir consumo de energia.

3. **Inovação na função** – abrange e questiona todo o conceito do produto, buscando uma solução inteiramente nova para suprir a mesma necessidade. Por exemplo, a passagem da comunicação por fax, que gasta papel, para a comunicação por e-mail, desmaterializada.

4. **Inovação no sistema-produto** – reflete sobre toda a estruturação do negócio da empresa, indo além do projeto de produto. Por exemplo, empresas que fabricavam e vendiam pisos passam a empresas prestadoras do serviço de conservação e manutenção de pisos.

O autor estima o quanto cada um destes níveis de aprofundamento pode obter de redução de impacto e o tempo necessário para sua implementação (figura 2.1). Para ele, Melhorias do Produto e Redesign podem reduzir o impacto do produto em, em média, quatro vezes.

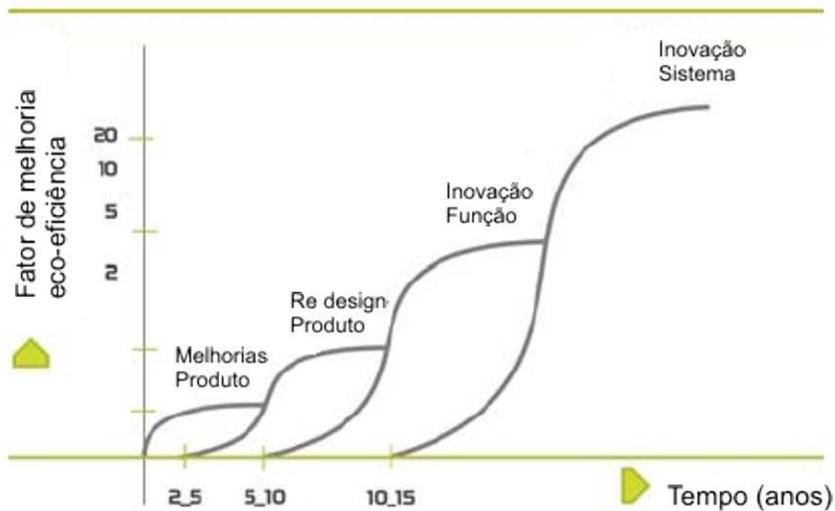


Figura 2.1 – fator de redução do impacto ambiental e tempo estimado para sua implantação, para diferentes níveis de Design para Sustentabilidade (baseado em DEWULF 2003).

A abordagem de Design para Sustentabilidade pode ser resumida através de alguns princípios centrais de projeto. FREI (1998), por exemplo, destaca quatro:

- Concentrar o design na função ou qualidade do produto, e não na sua materialidade. Por exemplo, no lugar de pensar no produto automóvel, pensar em soluções de transporte individual.
- Considerar todo o sistema de produto: manufatura, distribuição, rede de fornecedores, manutenção.
- Projetar pensando em todo o Ciclo de Vida do produto: extração da matéria prima, manufatura, uso, fim de vida, distribuição.

- Avaliar previamente o impacto do produto para identificar gargalos<sup>2</sup> e prioridades. Para isso analisar o produto que está sendo submetido ao redesign ou, no caso de um produto inteiramente novo, avaliar similares.

## 2.4. Eco-eficiência

A principal característica do conceito de Eco-eficiência é uma preocupação com o uso eficiente de recursos materiais e energia, e fazer a ligação entre os objetivos ambientais e econômicos.

Segundo FUSSLER & JAMES (1996), a Eco-eficiência é atingida com o fornecimento de bens e serviços que satisfaçam necessidades humanas e tragam qualidade de vida e, ao mesmo tempo, reduzam progressivamente os impactos ecológicos e uso de recursos, ao longo do ciclo de vida, para os níveis coerentes com a capacidade de carga do planeta.

O Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD - World Business Council Sustainable Development) define Eco-eficiência como a “*produção de bens e serviços úteis à sociedade, agregando valor através da busca pela redução do consumo de recursos naturais e da minimização ou não geração de qualquer tipo de poluição*”. Ainda segundo o WBCSD, os bens e serviços sustentáveis devem ter preços competitivos e todo o ciclo de vida deve ser considerado na redução dos impactos ambientais.

Já FIKSEL (1996), define eco-eficiência como a habilidade de uma entidade controlar simultaneamente custos, qualidade e execução de objetivos, reduzindo o impacto sobre o meio ambiente conservando as riquezas naturais.

---

<sup>2</sup> Os termos ‘gargalo’ e ‘gargalo ambiental’ se referem ao aspecto do produto (material, processo de fabricação, energia consumida) ou etapa do Ciclo de Vida (produção, distribuição, uso, descarte) mais impactante, portanto mais relevante para ser melhorado.

## 2.5. Ecodesign

Ecodesign pode ser considerado como uma aplicação dos princípios de eco-eficiência no design.

Para SHERWIN (2004), Ecodesign e Design para Sustentabilidade têm como ponto em comum a introdução da variável ambiental como um dos princípios centrais do projeto, a partir do conhecimento dos limites ambientais. Mas o Design para Sustentabilidade vai além e acrescenta três outros aspectos: incorporação da ética e das dimensões sociais e financeiras; níveis de inovação mais profundos do que os permitidos pelo Ecodesign; entendimento dos princípios ecológicos como a própria substância do design, mais do que um novo grupo de exigências projetuais a ser acrescentado. Ecodesign, ao contrário, costuma focar a atenção apenas no uso eficiente dos recursos naturais em todo o Ciclo de Vida do produto. Para este autor, o Ecodesign e o Design para Sustentabilidade compõem etapas contínuas no que diz respeito à aplicação da preocupação ambiental no projeto, ou seja, inicia-se a aplicação de princípios ambientais com o Ecodesign para um dia poder alcançar um nível mais profundo, o Design para Sustentabilidade.

Para ilustrar a diferença entre ambas as abordagens pode-se citar, a título de exemplo, a tentativa de redução do impacto ambiental de um automóvel. Soluções como o desenvolvimento de catalisadores seria uma típica solução da abordagem ‘*end-of-pipe*’<sup>3</sup>. O desenvolvimento de veículos híbridos seria uma solução característica da abordagem de Ecodesign. Já o ato de repensar toda a lógica de transporte individual para um novo Sistema-Produto mais eficiente, que provavelmente não seria o produto automóvel individual, seria uma solução de Design para Sustentabilidade. Naturalmente, as fronteiras entre essas abordagens

---

<sup>3</sup> Soluções *end-of-pipe* (“fim de tubo”) - termo usado para definir abordagens remediadoras da poluição, sem alterações profundas no modelo produtivo, em contraste com soluções preventivas, que evitam a poluição. A abordagem ‘*end-of-pipe*’ se caracteriza pelo entendimento de que, se um processo produtivo polui, a solução é o desenvolvimento de tecnologias para reter essa poluição antes de seu despejo no ar ou rios. Tipicamente, essa leva a soluções tecnológicas como filtros, catalisadores e estações de tratamento, daí a origem do termo.

nunca são completamente estanques tampouco excludentes, quando se procura desenvolver produtos com menor impacto é normal lançar mão de recursos de todas elas simultaneamente.

BARBOSA (2003) considera que Ecodesign é um termo para definir as várias estratégias que procuram integrar considerações ambientais no projeto e desenvolvimento de produtos, envolvendo reflexões sobre todo seu ciclo de vida.

BAKKER (1995) tem uma abordagem semelhante. Para a autora, Ecodesign é um novo campo do conhecimento que se baseia nos métodos de design e teorias das ciências ambientais, com dois objetivos: facilitar a integração dos conhecimentos ambientais no processo de design e estimular o desenvolvimento de ferramentas (métodos, softwares) que indiquem o impacto ambiental de um produto. A autora define Ecodesign como uma teoria científica e dá ênfase ao aspecto de ciclo de vida do produto: *“Ecodesign é o desenvolvimento de produtos aplicando critérios ambientais com o objetivo de reduzir os impactos ambientais ao longo de todas as fases do ciclo de vida do produto”*.

HOED (apud STEVELS, 2007), também enfatiza o aspecto de Ciclo de Vida (que será melhor abordado no tópico 2.7) definindo Ecodesign como uma atividade projetual que pretende reduzir os impactos dos produtos em todo seu Ciclo de Vida, utilizando para isso ferramentas de avaliação de impacto como a ACV – Avaliação de Ciclo de Vida.

SOARES (apud. BARBOSA, 2003), propõe uma definição de Ecodesign ligada à aplicação dos novos conceitos ambientais ao projeto de produtos:

“Ecodesign significa a agregação de requisitos e parâmetros ambientais ao processo de Design de um produto. Significa projetar produtos que poluam menos, que consumam menos matéria prima e energia, que tenham maior vida útil, que não se transformem em lixo ao final de suas vidas, que sejam recicláveis ou re-aproveitáveis” (SOARES apud. BARBOSA 2003: 45).

Para CRUL & DIEHL (2006), Ecodesign é definido como a *“concepção de produtos, processos ou sistemas tendo todo o Ciclo de Vida em mente, com o objetivo de minimização do impacto ambiental”*. Design para Sustentabilidade, segundo o autor, vai além e inclui aspectos sociais e éticos dos produtos. Para

Crul, na prática, porém, a inclusão dos aspectos sociais e éticos no projeto, somado aos aspectos ambientais, é extremamente difícil e subjetiva.

O foco desta tese está na redução do impacto ambiental de produtos via Ecodesign. Embora não seja a abordagem mais eficiente, se comparada à Design para Sustentabilidade, é a possível para aplicação imediata. Para MANZINI & VEZZOLI (1998), que concorda que estas aplicações são insuficientes para alcançar as reduções necessárias (estimadas de fator de dez a vinte, como colocado no capítulo 1), estas etapas não podem ser saltadas, pois são obrigatórias para alcançar as mudanças culturais necessárias para as etapas seguintes.

CHAVES (2007), citando HEMEL, aponta duas posições para o design preocupado com o meio ambiente. A posição revolucionária entende que apenas inovação radical trará solução, por propor mudanças profundas o suficiente para alcançar o nível de redução necessário. A posição evolucionária entende que uma interrupção brusca do modelo atual não é realista tampouco possível, e que as mudanças necessárias podem ser alcançadas pela melhoria do modelo, através de inovação contínua, e não ruptura. Nesta última posição poderia ser inserido o Ecodesign.

## **2.6. Estratégias e diretrizes de Ecodesign**

Neste tópico e nos seguintes são apresentadas as estratégias e algumas diretrizes de Ecodesign, que são utilizadas nas ferramentas existentes atualmente (apresentadas no capítulo três) e na ferramenta proposta nesta tese (apresentada no capítulo cinco).

Para alcançar o objetivo de reduzir os impactos dos produtos, já existem dezenas de preceitos e centenas de diretrizes. A forma de organizar essas informações varia de autor para autor. Tradicionalmente, costuma-se agrupar as estratégias de eco eficiência nos “3 R’s”: Redução, Reuso e Reciclagem. Outra divisão muito adotada é desmembrar um pouco mais as estratégias dando origem a mais dois “R’s”: Remanufatura e Reciclagem energética.

Nesta tese será adotada a divisão proposta por BREZET (1997), orientador de parte deste trabalho, a compilação de diretrizes de Ecodesign e sua organização, realizado na Universidade de Delft. A divisão proposta pelo autor foi adotada inicialmente no seu manual de Ecodesign, um dos primeiros lançados. Esse manual, que foi desenvolvido sob demanda do PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - divide as informações ambientais de Ecodesign em oito estratégias:

- 1 Seleção de materiais de baixo impacto.
- 2 Redução no uso de material.
- 3 Otimização das técnicas de produção.
- 4 Otimização do sistema de distribuição.
- 5 Redução do impacto no uso.
- 6 Otimização da vida útil.
- 7 Otimização do fim de vida.
- 8 Novos conceitos de produtos sustentáveis.

Nos tópicos seguintes, essas estratégias serão apresentadas.

### **2.6.1. Seleção de materiais de baixo impacto**

A seleção de materiais de baixo impacto costuma ser a primeira estratégia de Ecodesign lembrada, mas seu alcance normalmente é limitado: a simples mudança de material nem sempre melhora o desempenho ambiental do produto significativamente.

Por outro lado, frequentemente é a de mais fácil aplicação, porque geralmente não exige profundas mudanças no projeto ou manufatura. Desta forma pode ser uma boa opção para iniciar o processo de Ecodesign em uma empresa.

A título de exemplo, segue alguns preceitos de Ecodesign para selecionar materiais de baixo impacto, propostos em CRUL & DIEHAL (2006), BREZET & VAN HEMEL (1997) e MANZINI & VEZZOLI (1998).

Use materiais reciclados.

Use materiais recicláveis.

Use materiais vindos de fontes abundantes.

Utilize materiais renováveis.

Evite materiais que produzam emissões tóxicas.

Dê preferência a materiais de baixo conteúdo energético.

Especifique materiais com impacto social positivo.

### **2.6.2. Redução no uso de material**

O grupo relacionado à redução, nesta abordagem, abrange qualquer diminuição de matéria ou volume, obtida com o projeto de um produto menor, mas que atenda da mesma forma ao usuário.

Esta é uma das abordagens com melhor resultado, pois ao reduzir o produto, o ganho ambiental é sentido em efeito cascata por todas as fases do seu Ciclo de Vida, ao contrário da Reciclagem, por exemplo, cujas vantagens ambientais manifestam-se principalmente após o descarte. Um produto menor tende a gastar menos matéria-prima para ser manufaturado, menos energia para ser distribuído, menos energia durante o uso e seu descarte impactará menos o meio ambiente.

A implantação de estratégias de Redução, embora exija mais alterações do que a simples troca de materiais, também costuma ser simples, pois significa simultaneamente redução dos impactos ambientais e dos custos de produção.

Um setor onde a redução é sentida mais intensamente é o de eletrônicos. Os avanços tecnológicos permitiram miniaturizar componentes a um nível tal que o limite já não está mais nos componentes internos, mas no próprio homem. Não é possível reduzir mais as dimensões de um celular, por exemplo, porque não seria viável sua manipulação pelos dedos humanos. Nesta classe de produtos, a implantação de políticas de redução foi bem sucedida, pois um produto de menor dimensão é entendido como superior, o que facilita sua aceitação por parte dos consumidores. Em alguns outros setores, entretanto, ocorre o contrário, o produto maior é entendido como superior. Como exemplo, pode-se verificar o aumento das dimensões dos veículos em certos mercados com maior poder aquisitivo (nos EUA automóveis tipo picape e *SUV* representavam um terço de todas as vendas em 2004).

Para o designer, existe uma série de preceitos que podem ser aplicados ao projeto de produtos para atingir o objetivo da Redução. A seguir são apresentados alguns exemplos, lembrados por RAMOS (2001), TEIXEIRA & CÉSAR (2004), BAKKER (1995) e MANZINI & VEZZOLI (1998).

Simplifique a forma.

Agrupe funções.

Evite superdimensionamentos.

Diminua o volume.

Diminua peso.

Agregue valor pela qualidade, não pelo tamanho.

Reduza espessura estudando a estruturação.

### **2.6.3. Otimização das técnicas de produção**

O projetista também pode contribuir para um processo produtivo menos impactante, através de suas decisões de projeto. A simples seleção entre dois acabamentos superficiais pode fazer a diferença entre um produto ‘verde’ e um extremamente impactante.

O impacto ambiental dos processos de manufatura do produto (processos de usinagem, injeção, conformação etc.) costuma ser muito baixo. Já os provocados pela obtenção e beneficiamento dos materiais normalmente são bem mais elevados. Portanto, uma prioridade para a etapa de produção deve ser reduzir desperdícios e sobras na manufatura.

Já os tratamentos superficiais (cromagem, galvanização, alguns tipos de pintura) costumam ser muito impactantes. Desta forma, pela ótica do Ecodesign apenas, costuma ser interessante evitar o tratamento superficial. É importante, entretanto, observar todo o Ciclo de Vida, pois nos casos em que aumentar a durabilidade do produto o tratamento superficial pode valer a pena.

Como exemplo, alguns preceitos para otimizar as técnicas de produção, sugeridas por RAMOS (2001), TEIXEIRA & CÉSAR (2004), BAKKER (1995) e MANZINI & VEZZOLI (1998).

Reduza energia na fabricação.

Use fontes de energia alternativas.

Especifique materiais e processos fabricação não poluentes.

Especifique materiais reciclados, que normalmente gastam menos energia.

Evite tratamento superficial desnecessário.

Não use tolerâncias de fabricação exageradas, que aumentam os refugos.

Especifique materiais com origem sustentável.

#### **2.6.4. Otimização do sistema de distribuição**

O impacto do sistema de distribuição inclui todas as etapas de transporte (da matéria bruta até a empresa onde é processada, desta a fábrica onde o produto será produzido, da fábrica até o ponto de venda, deste até o local de consumo, e daí ao local de descarte). Na etapa de distribuição também está incluído o impacto de todas as embalagens utilizadas, desde a embalagem adotada pelos fornecedores intermediários até as embalagens para o consumidor final, passando pelas embalagens de transporte.

Designers frequentemente concentram sua preocupação com o impacto das embalagens na produção e no descarte, porém o aspecto mais impactante da distribuição frequentemente é o transporte. Desta forma, é mais importante dedicar atenção ao volume ocupado pelas embalagens do que a sua reciclabilidade. Pelo mesmo motivo, para muitos produtos, é mais relevante reduzir o volume das embalagens do que seu peso.

Como exemplo, algumas diretrizes para eco-eficiência do sistema de distribuição, lembradas por STEVELS (2007), TEIXEIRA & CÉSAR (2004), RAMOS (2001), e MANZINI & VEZZOLI (1998):

Utilize fornecedores locais.

Reduza ao mínimo o tamanho das embalagens.

Cogite usar embalagens dobráveis ou compressíveis.

Projete embalagens otimizadas para aproveitar o espaço dos veículos.

Projete sistemas de produto com o retorno da embalagem para reuso.

Estude o material mais apropriado para cada tipo de embalagem.

Crie embalagens recicláveis.

### **2.6.5. Redução do impacto no uso**

Alguns produtos empregam insumos durante a fase de uso, como energia, água e sabão, para as lavadoras; energia, papel e tinta, para impressoras; pilhas, para os aparelhos eletrônicos.

Geralmente é justamente o consumo destes insumos ao longo de toda a vida útil o maior impacto que estes produtos provocam no meio ambiente.

A seguir, algumas das sugestões de TEIXEIRA & CÉSAR (2004), RAMOS (2001), e MANZINI & VEZZLI (1998) para redução de impacto no uso:

Desenvolva produtos eficientes quanto ao consumo de energia e água.

Preveja insumos não tóxicos.

Otimize o uso de energia e insumos.

Inclua sistemas de desligamento automático.

Inclua sistemas de *stand by* eficientes e desligáveis.

Reduza o peso deslocado.

Inclua isolamento térmico quando usar energia para aquecer ou esfriar.

Evite o desperdício acidental.

Determine como *default* a opção menos impactante.

### **2.6.6. Otimização da vida útil**

Como já apresentado, um dos princípios básicos do Ecodesign é o prolongamento da vida útil dos produtos. Apresentando uma vida maior, ocorre uma redução da necessidade de se manufaturar novos produtos e também um retardamento do descarte dos atuais.

Do ponto de vista tecnológico, o prolongamento da vida útil de um produto pode ser obtido, por exemplo, através do aumento da espessura de componentes, ou melhoria da qualidade da matéria empregada. Em qualquer caso, significaria, muitas vezes, um custo adicional insignificante ao produto, e daria retorno financeiro rápido para o consumidor.

Do ponto de vista do design, alguns cuidados podem ser tomados ao se projetar o produto para prolongar sua vida, cuidados que estimulem o usuário a ficar mais tempo com o produto. CRUL & DIEHL (2006) e MANZINI & VEZZOLI (1998) compilaram alguns:

Opte por uma estética menos subordinada a modismos.

Estimule o uma relação afetiva duradoura entre o usuário e o objeto.

Escolha materiais adaptados ao envelhecimento.

Facilite a manutenção e desmontagem.

Preveja atualizações tecnológicas e estéticas.

Apesar da premissa tradicional do Ecodesign pressupor o prolongamento da sua vida, STEVELS (2007) propõe uma abordagem mais ampla para Otimização da vida útil. Para ele, otimizar o tempo de vida não é necessariamente aumentar sua duração, mas encontrar o momento mais adequado para a troca por um produto novo.

Algumas classes de produto impactam mais na fase de uso do que na produção ou descarte. Para esses produtos, a substituição por um modelo mais moderno (ou atualização de um componente defasado), que tenha um rendimento melhor, pode reduzir o impacto da troca prematura, ou seja, no balanço de todo o Ciclo de Vida do produto, a troca pode significar redução do impacto ambiental. Por exemplo, lavadoras mais modernas tendem a gastar menos energia e água por quilo de roupa lavado. Além dos casos de avanço tecnológico, a troca também pode ser vantajosa nos produtos cujo consumo aumente com o passar do tempo, pois o desgaste natural das peças reduz seu desempenho.

Desta forma, existe uma curva Tempo de Uso x Impacto Ambiental, onde o ponto ótimo define quando a troca compensa o impacto do descarte do antigo e da manufatura do novo.

Entretanto, a substituição do produto não ocorre no momento ótimo pela ótica ambiental, mas sim quando o consumidor sente desejo de fazê-lo. Pode haver, portanto um *gap* entre a vida útil ideal pela ótica do desempenho ambiental e a vida útil real do produto.

Vários fatores levam o consumidor ao descarte de um produto ainda funcionando, tais como tecnológicos, estéticos, emocionais, financeiros. VAN NES apud. STEVELS (2007), propõe estudar os hábitos de descarte do consumidor para estimular que este troque o produto no melhor momento da curva. A autora realizou uma pesquisa para a motivação da troca de produtos no setor de eletrônicos:

Uso, arranhão, desgaste - 30%

Expressão (funcionalidades imaterial e emocional) – 20%

Utilidade (funcionalidade econômica) – 15%

Combinação de todos as funcionalidades – 35%

Uma vez compreendida a razão do descarte, podem ser aplicadas diretrizes de design específicas para aquele perfil de consumidor, para estimulá-lo a trocar o produto no momento mais positivo para o meio ambiente. Para isso, Stevels sugere algumas ações:

Estude o comportamento do consumidor para identificar a motivação que o levou trocar.

Analise os defeitos apresentados nos produtos atuais para obter informações sobre como melhorar sua resistência.

Reflita sobre algumas questões: as estratégias de design são adequadas àquele perfil de consumidor? Estas estratégias são adequadas à competência da empresa e aos seus interesses econômicos? As estratégias de fato reduzem o impacto quando se pensa em todo o Ciclo de Vida?

Outra sugestão de Stevels é criar uma configuração modular para o produto separando em componentes de rápida evolução tecnológica e lenta evolução. Por exemplo, em um aparelho de som, são de lenta evolução transformador, rádio e amplificador; e de rápida evolução leitores de CD. Estes últimos devem ser facilmente substituídos, pelo próprio consumidor.

Ainda segundo STEVELS (2007), este tipo de solução pode apresentar retorno financeiro também, além do ambiental. A empresa que for bem sucedida na implantação deste tipo de solução pode aumentar os lucros porque vende menos matéria, apenas o módulo a ser substituído, e o consumidor pode realizar trocas com mais frequência do que se fossem feitas no produto todo. Somado a isto, o contato entre consumidor e empresa aumenta, bem como a satisfação do usuário e a lealdade à marca.

### **2.6.7. Otimização do fim de vida**

Mesmo ao chegar ao fim de vida, um produto pode continuar impactando o meio ambiente por séculos, caso esta etapa do Ciclo de Vida não tenha sido

planejada durante o projeto. Para algumas classes de produtos, como as embalagens, a fase de descarte é a mais impactante.

Existem pelo menos três objetivos das estratégias de Ecodesign para o fim de vida dos produtos:

- Reduzir a quantidade de material descartado em aterros.
- Reciclar materiais da forma mais adequada, ou seja, para que eles tenham o máximo valor.
- Controlar o destino de substâncias relevantes para o meio ambiente: as tóxicas e as raras.

Existem diversas estratégias para fim de vida. STEVELS (2007) propõe um arranjo que pode ser resumido no quadro 2.1.

estratégia	definição
Manutenção	Estímulo e viabilização da manutenção preventiva e corretiva. Essa é uma estratégia considerada de fim de vida por alguns autores, como Stevels, e de otimização da vida útil por outros, como Brezet. Em qualquer caso, é uma forma de evitar que o produto todo seja descartado porque alguns componentes enguiçaram, enquanto outros estão em boas condições.
Reuso	Alguns produtos são retornáveis para novo Ciclo de Vida, como certas embalagens. Também é reuso a venda de produtos de segunda mão para um novo ciclo de uso.
Remanufatura	Ocorre quando produtos retornam a uma central e são desmontados. Partes dos produtos são retiradas, separadas, limpas e inspecionadas para, se necessário, ser reparada. Os produtos remanufaturados são remontados numa linha de montagem, recebendo de volta os componentes reparados ou componentes novos.
Reciclagem através de desmontagem	O objetivo é recuperar materiais úteis para serem aplicados em outros produtos. O produto é desmontado manual ou automaticamente para recuperação dos materiais.
Reciclagem através de fragmentação e separação automática	O objetivo também é recuperação dos materiais, mas a separação não ocorre por desmontagem mas sim via trituração e separação por magnetismo, diferença de densidade ou outra propriedade.
Descarte	Descarte final em aterro ou em incineração, podendo neste último caso haver recuperação energética ou não.

Quadro 2.1: resumo das diversas estratégias de fim de vida, baseado em STEVELS (2007).

Ainda segundo STEVELS (2007), a princípio, essas estratégias para fim de vida podem ser priorizadas da seguinte forma:

1. Prevenção do descarte.
2. Reuso do produto.
3. Reuso de partes (através de Remanufatura).
4. Reciclagem de materiais na mesma aplicação.
5. Reciclagem de materiais em aplicação inferior.
6. Reciclagem química (plásticos).
7. Reciclagem energética (materiais combustíveis).
8. Incineração.
9. Descarte em aterro.

Essa priorização, entretanto, nem sempre é possível de ser aplicada, pois a depende da viabilidade tecnológica e existência de uma cadeia de valor. A ordem pode mudar também de acordo com as características do produto ou com os hábitos do consumidor (vide também o tópico 2.6.6).

Algumas considerações de STEVELS (2007) para a decisão sobre a melhor estratégia para o fim de vida de um produto:

Avalie o desempenho ambiental do novo produto. A melhor estratégia para o fim de vida de um produto também depende da característica ambiental do novo produto que irá substituí-lo.

O design para o fim de vida deve estar orientado para a melhor prática possível, não a atual, mas futura, prevendo que melhorias nas tecnológicas e na cadeia produtiva ocorrerão no futuro. O produto projetado hoje será descartado em 10, 15 ou mesmo 20 anos.

Descrever efeitos potenciais é tão importante quanto descrever efeitos reais. Pode ser que no futuro controle de toxicidade potencial tenha mais importância que hoje tem a reciclagem.

As considerações de fim de vida não devem incluir apenas as características do produto, mas também o uso que será dado aos materiais secundários resultantes do fim de vida.

Tendo em vista que o Fim de Vida permite diversas abordagens, estas serão vistas em separado nos tópicos seguintes.

#### **2.6.7.1. Reuso**

O produto descartável é uma invenção relativamente recente, o primeiro surgiu na virada do século XX, a lâmina de barbear não afiável. Este novo hábito de consumo é uma das principais causas do consumo crescente de matérias primas e, conseqüentemente, do aumento da quantidade do lixo gerado.

Como Reuso, ou reutilização, entende-se o retorno do produto para um novo ciclo de uso, sem que para isso seja necessário qualquer re-processamento para atualizá-lo ou melhorá-lo.

Alguns autores também consideram reuso quando um produto danificado sofre manutenção corretiva e retorna ao usuário, ao invés de ser descartado.

A venda de produtos usados em boas condições também é considerada exemplo de re-uso, com conotações sociais, já que permite o acesso a produtos ainda em bom estado a camadas menos favorecidas da sociedade.

Além disso, enquanto na economia globalizada matéria e produtos cruzam grandes distâncias em busca de vantagem competitiva, políticas de reuso (e de manutenção) geralmente são locais, e exercidas por pequenas empresas. E a atividade da cadeia produtos do reuso tendem a ser intensiva em mão de obra, seja na logística, seja na manutenção dos produtos.

A seguir são apresentados alguns exemplos do que o designer pode fazer, durante o projeto, para viabilizar o reuso do produto, baseados nas propostas de RAMOS (2001), TEIXEIRA & CÉSAR (2004), BAKKER (1995) e MANZINI & VEZZOLI (1998):

Adote uma estética durável, para permitir um segundo uso.

Pense em possibilidades de reuso na mesma função ou em outras funções.

Aumente a durabilidade.

Incentive mudanças culturais (p. exemplo: descartável x durável).

#### **2.6.7.2. Remanufatura**

A Remanufatura é outra estratégia para aumentar a vida útil de produtos e componentes. Frequentemente produtos são descartados ainda em bom estado, ou porque se tornaram defasados tecnologicamente, ou esteticamente, ou porque apresentam marcas de uso e envelhecimento. Em situações como estas o produto pode retornar a fábrica para receber benfeitorias que os atualizem, tornando-os aptos a um novo ciclo de consumo. Mesmo nos casos onde o produto apresenta defeitos irreparáveis, que inviabilizam o reuso, a Remanufatura é uma solução para reduzir os impactos, pois partes do produto ainda intactas podem ser retiradas e reaproveitadas em um novo produto. Diversos componentes de um produto não apresentam desgaste tampouco se desatualizam, como parafusos, cabos, chaves. Com o emprego da Remanufatura observa-se então um duplo benefício ambiental: há uma redução da necessidade de se produzir novos produtos e um retardamento no descarte dos atuais.

Para que a Remanufatura seja viável técnica e economicamente, é necessário que o produto já seja projetado prevendo seu futuro retorno. Preceitos de desmontagem fácil devem ser aplicados ao objeto durante seu projeto (veja 2.6.7.4).

Algumas das estratégias que o projetista pode lançar mão são citadas a seguir, baseadas em OLIVEIRA (2000), RAMOS (2001), TEIXEIRA & CÉSAR (2004), BAKKER (1995) e MANZINI & VEZZOLI (1998).

Desenvolva o produto com uma estrutura modular.

Preveja atualizações tecnológicas.

Projete peças intercambiáveis.

Facilite a desmontagem.

Facilite a manutenção.

Facilite a substituição de peças.

### **2.6.7.3. Reciclagem**

Quando não é possível o reuso do produto e nem a remanufatura para aproveitamento de componentes inteiros, resta como recurso o aproveitamento da matéria-prima.

Reciclagem é o procedimento de re-processar o produto para extrair uma ou mais matérias-primas empregadas e reutilizá-las em novo produto, igual ou não ao original.

Apesar da ênfase dada atualmente à reciclagem, essa estratégia de fim de vida é uma das menos eficientes, porque aproveita apenas o material que foi empregado, descartando todos os demais elementos do produto, como trabalho, energia e distribuição.

Além de desperdiçar energia e trabalho, durante a reciclagem freqüentemente ocorre também redução na qualidade do material. Um polímero virgem, por exemplo, possui uma cadeia de moléculas longa, mas a cada vez que é fundido a cadeia se desfaz em pedaços menores. Como a resistência do plástico

possui relação direta com o comprimento da cadeia, a cada re-processamento o plástico perde resistência, ficando mais quebradiço. Logo, o material “secundário” é menos nobre do que o original. Quando ocorre essa perda de qualidade da matéria-prima o processo é conhecido por “*downcycled*”.

E como nem sempre o sistema de separação e lavagem elimina completamente as impurezas do plástico recolhido, os reciclados não podem ser utilizados em certos produtos, como embalagens de alimentos, remédios e brinquedos<sup>4</sup>.

Além de tudo isso, a reciclagem, como qualquer atividade industrial, também consome energia, água e gera resíduos. No processo de reciclagem ocorre, com frequência, emissões tóxicas, porque é necessário realizar uma limpeza do material recolhido com detergentes, desengordurantes etc.

Há ainda um aspecto cultural negativo na reciclagem. PERIN (2003), citando Blauth, acredita que as políticas de reciclagem podem incentivar o desperdício, porque cria a falsa impressão que um produto reciclável não impacta o meio ambiente. Opinião semelhante é apresentada em POLIS (1998), que aponta que campanhas de indústrias e a indicação “reciclável” nos rótulos de diversos produtos, em especial embalagens, induzem ao consumo e descarte sem questionamento, o que faz aumentar a velocidade e a amplitude dos fluxos de matéria. A reciclagem seria um endosso ao descartável.

Todos estes aspectos reduzem e, em alguns casos, mesmo anulam os ganhos ambientais do processo de reciclagem.

Nas situações em que a reciclagem de materiais é viável econômica e ambientalmente, mais uma vez observa-se um duplo benefício ambiental. De imediato, ela evita o impacto proveniente do descarte do material, e indiretamente

---

<sup>4</sup> Técnicas mais recentes permitem em alguns casos o uso de plásticos em embalagens de alimentos, como a construção em camadas, onde o material reciclado fica na camada externa e apenas material virgem entra em contato com o alimento.

a reciclagem é benéfica porque evita o uso de matéria virgem, a ser extraída do meio ambiente.

Além de poupar recursos não renováveis, a reciclagem pode poupar energia, pois freqüentemente o material secundário gasta menos energia para ser produzido do que o material primário.

Em países em desenvolvimento há ainda outro aspecto positivo da reciclagem, a geração de trabalho e renda para famílias carentes. O processo de coleta e separação dos materiais a serem reciclados é intensivo em mão de obra, gerando assim postos de trabalho nas camadas menos qualificadas, justamente as que encontram mais dificuldade para a inserção no mercado formal de trabalho.

Para que haja economia de escala é preciso que exista grande quantidade de descarte de mesma natureza (por exemplo, eletro-eletrônicos, metal-mecânico, embalagens plásticas) para que a logística reversa seja viável tanto em termos econômicos como ambientais. É mais fácil encontrar essa condição em áreas densamente povoadas, mas isso depende também dos hábitos de consumo, do poder aquisitivo etc. STEVELS (2007) lembra que para que a reciclagem seja viável é preciso construir todo um sistema de separação que talvez não tenha um fluxo constante de material para mantê-lo ativo, fazendo com que o custo por quilo recuperado se torne inviável.

Para este autor, existem quatro formas de reciclagem:

- Reciclagem primária – na mesma função ou em função com mesma qualidade. Também chamado de *closed-loop*
- Reciclagem secundária – quando acontece um *downcycling*. Também chamada de *open-loop*. Há um mercado maior para este grupo, o que pode absorver o material que sofreu *downcycling*, mas há perda de qualidade, energia e valor financeiro.

Para os plásticos há ainda duas outras formas de reciclagem: terciária e quaternária.

- Terciária – aplicável a alguns plásticos, reduz o material a monômeros, gás ou outra substância química útil. Também chamado de *back to feedstock* ou *back to monomer*.
- Quaternária – também chamada de reciclagem térmica, aproveita a energia embutida no material. Alguns produtos, como os pneus, têm alto valor energético, o que torna viável seu emprego como combustível em outros processos fabris, como em cimentarias e siderúrgicas.

Algumas das estratégias que o projetista pode lançar mão para viabilizar a reciclagem estão apresentadas a seguir, baseadas em RAMOS (2001), TEIXEIRA & CÉSAR (2004), BAKKER (1995), MANZINI & VEZZOLI (1998) e STEVELS (2007):

Facilite a desmontagem.

Identifique os diferentes materiais.

Determine o melhor cenário de fim de vida, baseado no *output* do processo de reciclagem mais do que no *input*, ou seja, a reciclagem diz respeito a materiais, não a produtos.

Busque economia de escala no sistema de recolha e processamento. Para reciclagem, isso é ainda mais importante do que soluções de design.

Considere atentamente a concentração de substâncias relevantes, principalmente as penalizadoras (tóxicas) e as valiosas.

#### **2.6.7.4. Desmontagem**

Não é exatamente uma estratégia para fim de vida, mas uma etapa prévia, e necessária, para as estratégias como Remanufatura e Reciclagem. Estas somente são viáveis caso a desmontagem do produto seja rápida e fácil.

De forma aproximada, pode-se considerar que o tempo de desmontagem de um produto é o tempo de abertura das uniões multiplicado pelo número de uniões. Algumas variáveis influenciam o tempo de desmontagem e, portanto seu custo. Elas podem ser tratadas na fase de projeto:

O número de uniões.

Número e tipo de ferramentas necessárias.

Acessibilidade: facilidade e espaço para alcançar o ponto de união a ser aberto.

Posicionamento: grau de precisão necessário para posicionar a ferramenta ou mão.

Força necessária para abrir.

Para estratégias como Remanufatura e manutenção para reuso, a desmontagem manual pode ser viável economicamente. Para reciclagem, ao contrário, geralmente os tempos necessários para desmontagem não compensam os materiais obtidos.

Existem tabelas apontando a quantidade mínima de material em gramas a ser obtido por minuto, para zerar os custos da desmontagem. A título de exemplo, segue um levantamento realizado na Europa, em 2000 por STEVELS (2007):

- Ouro 0,05
- Paládio 0,15
- Prata 5
- Cobre 300
- Alumínio 700
- Aço 5.000
- Vidro 6.000
- PP 250
- PC 350

- ABS 800

Como pode ser deduzido pelos tempos acima, mesmo em países em desenvolvimento, onde os salários tendem a serem menores, dificilmente compensa a desmontagem manual para produtos com menos de 5 kg de material reciclável com mercado estabelecido. Como exceção, os produtos que contém substâncias tóxicas, mas neste caso o objetivo é reduzir os riscos, não a viabilidade financeira, e o trabalho acaba sendo subsidiado pela empresa.

Para os casos onde a desmontagem compensa, o designer deve aplicar diretrizes para facilitá-la, como as propostas por BREZET & VAN HEMEL (1997) e CHAVES (2007):

Minimize e facilite as operações de desmontagem e separação.

Determine a disposição dos componentes no produto de forma que a ordem de desmontagem seja óbvia e intuitiva.

Crie uma configuração para o produto que facilite a desmontagem.

Escolha sistemas de união de fácil desmontagem.

Indique no próprio produto onde abrir.

Torne todos os pontos de abertura visíveis pelo lado de fora.

Torne a desmontagem possível por uma única pessoa, e sem necessidades de ferramentas especiais.

Coloque todos os componentes acessíveis pela mesma face e posicionados na mesma direção, vertical ou horizontal, para o operário não tenha que virar o gabinete.

Procure uniformizar a força necessária e a direção do movimento de abertura.

### **2.6.7.5. Separação Mecânica**

Normalmente é mais indicada se a estratégia de fim de vida for a reciclagem. STEVELS (2007) aponta que o início dos anos 90, nos países onde já haviam legislações ambientais obrigando as empresas a se responsabilizarem pelos fim de vida do produto, havia uma ênfase sobre tecnologias de desmontagem. Após alguns anos de pesquisa, entretanto, a atenção se voltou para tecnologias de trituração e separação automática, que se mostraram mais vantajosas economicamente e ainda razoáveis ecologicamente. A desmontagem é cara; a separação mecânica foi muito aperfeiçoada e a melhora tecnológica dos materiais secundários, principalmente cobre, tornou a desmontagem supérflua em muitos casos.

Para viabilizar o aproveitamento de materiais no fim da vida, via trituração e separação automática, Stevels propõe algumas diretrizes:

Use as propriedades físicas e químicas dos materiais, como diferenças de densidade e propriedades magnéticas, para permitir a separação.

Evite materiais como alumínio, aço e plástico próximo a materiais mais nobres, como metais preciosos e cobre.

Evite mistura de materiais, consulte combinações de materiais preferidas.

Reduza a quantidade de materiais que não podem ser separados por processos automáticos.

Nos produtos eletrônicos, imprima nas placas de circuito impresso a quantidade de cobre, ouro, prata e paládio que elas contêm.

### **2.6.8. Estratégias Novos Conceitos em Design**

O grupo de estratégias aqui chamadas de Novos Conceitos trata de abordagens como Desmaterialização, Sistemas Produtos-Serviços, Integração de Funções e Compartilhamento.

As estratégias deste grupo procuram levar o projetista a refletir sobre novas formas de atender as necessidades e desejos do consumidor. Normalmente conduzem ao desenvolvimento de formas diferentes de ver a relação entre produto e usuário, e normalmente abordam inovações que ocorrem não apenas no do design, mas de todo o negócio.

Embora normalmente este tipo de estratégia costume ser considerado como no âmbito Design para Sustentabilidade mais do que do Ecodesign, foram incluídos nesta tese e na ferramenta. Primeiro porque as fronteiras entre ambas abordagens não são muito rígidas. Segundo porque deve haver um contínuo na aplicação das soluções ambientais no design. Por fim, porque o Ecodesign pode ser também considerado uma ponte para mudanças culturais mais profundas, que possam trazer o grau de redução de impactos necessário.

Muitas vezes, a implantação de estratégias deste grupo não é possível no momento, mas devem estar sempre presentes no *brainstorming* das equipes como uma reflexão para o futuro. Isso porque estas são as estratégias com maior potencial de benefício ambiental, embora também sejam as de mais difícil implantação, justamente porque dependem de mudanças profundas no produto, e por vezes em todo o modelo de negócios.

A atuação do profissional que pretende propor estratégias deste grupo deve ocorrer no nível estratégico da empresa, na direção. Nesta posição, o profissional não se ocupa apenas do projeto ou detalhamento do produto, mas entende todo o negócio da firma, bem como seu cliente, concorrente, mercado, posicionamento político e econômico, perspectivas futuras. Assim está em condições de ter uma visão panorâmica e completa da situação e entender a viabilidade ou não destas estratégias no projeto em desenvolvimento.

### **2.6.8.1. Desmaterialização**

A desmaterialização é a aplicação de recursos para transformar produtos ou partes dele de tangíveis em intangíveis, sem perda da qualidade para o usuário. Com isso, o meio ambiente é beneficiado pela redução do conteúdo material do consumo. Um exemplo são os serviços de gravação de recado na central de telefonia, que eliminam a necessidade de compra de secretária eletrônica.

Assim como a Redução, a Desmaterialização também deve ser realizada avaliando todo o Ciclo de Vida do produto, porque algumas soluções gastam menos matéria, mas são piores para o meio ambiente. Por exemplo, lâmpadas incandescentes são bem menores que fluorescentes, mas gastam mais energia; rádios à pilha podem ser menores que rádios a corda, mas descartam materiais tóxicos regularmente.

O projetista deve considerar também a percepção de valor do consumidor. Por exemplo, uma TV 33” tem um impacto ambiental maior do que uma de 14”, mas naturalmente o consumidor entende como superior a televisão maior, e dificilmente aceitaria uma perda de qualidade tão grande assim, mesmo que sensibilizado para o problema ambiental. Neste exemplo, o caminho seria desmaterializar alguns componentes da televisão sem reduzir sua tela, o que foi conseguido com a tecnologia de televisão tipo LCD, que substituíram as de tubo de imagem.

Algumas diretrizes para desmaterialização:

Faça um brainstorming com a equipe para imaginar alguma forma não material de cumprir com a mesma função.

Em produtos eletrônicos e informática digitalize as funções, isto é, prefira comandos via software a via hardware. Por exemplo, o controle de uma impressora ou de um scanner pode ocorrer através de seu software, poupando botões, chaves, controles, displays etc.

Miniaturize o produto, transmitindo a sensação de qualidade e tecnologia pelo pequeno tamanho dos componentes.

Evite componentes ou partes não funcionais, apenas adornos.

Combine funções, eliminando componentes desnecessários.

#### **2.6.8.2. Sistemas Produto-Serviço**

Outra abordagem que com potencial para reduzir o impacto ambiental do consumo é o Sistema Produto-Serviço - SPS, também conhecido como Economia de Serviços ou pela sigla PSS do inglês *Product-Service System*. Esta é uma abordagem sistêmica, por onde se compreende um produto não por sua existência física, mas pelo benefício ou qualidade que ele proporciona ao usuário. Na Economia de Serviços o produto é entendido como um meio e não o fim. Quando um consumidor compra um desinfetante, por exemplo, na verdade não está adquirindo um produto químico, mas a benfeitoria de um piso higienizado.

Por essa abordagem, procura-se prover ao usuário o *acesso* ao produto, mais do que *vender* o produto. Ao implementar uma política de serviços, uma empresa procura substituir a comercialização do produto (matéria) pela prática do serviço equivalente (qualidade). Sendo assim, essa solução também leva à desmaterialização.

Para TUKKER (2003), sistema produto-serviço pode ser definido como produtos tangíveis e serviços intangíveis, projetados e combinados de forma que juntos possam satisfazer as necessidades do consumidor.

MONT (2002) lembra que a idéia de passar de produtos para serviços tem mais de 40 anos, mas na última década ganhou força pela percepção que reduziria impactos ambientais, além dos benefícios econômicos para alguns setores.

Realmente, esta estratégia tem potencial para promover vários benefícios ambientais. Primeiramente, ocorre uma redução na produção de bens. Como as empresas continuam de posse dos produtos e exploram o seu uso, procuram

intensificar o uso de forma que mais clientes sejam atendidos com menos produtos manufaturados.

Outro ganho ambiental é a durabilidade. Ao alterar o foco do negócio, da venda de um produto para a prática de um serviço, a empresa tem seu interesse econômico invertido quanto à durabilidade. Quando comercializa um produto, é conveniente para a empresa vender a maior quantidade possível, logo o desperdício e a descartabilidade a favorece. Ao contrário, quando comercializa um serviço, a empresa observa um aumento no seu lucro caso o mesmo serviço seja cumprido com menor gasto de produtos. Neste momento, o desperdício passa a ser o vilão do lucro, e o esforço da empresa será direcionado para seu combate.

Um terceiro aspecto positivo do SPS é viabilizar políticas para o Ciclo de Vida e Remanufatura. Como a empresa continua de posse dos produtos, tem controle sobre todo seu Ciclo de Vida e informações sobre a duração de cada componente, além conhecimento para desmontagem e logística reversa instalada.

SILVA (2009) aponta outros benefícios de políticas Sistema Produto, além dos ambientais, como a aproximação entre a empresa e o cliente, fidelização, possibilidade de obter informações úteis para aprimoramento do negócio, entre outras.

MONT (2002) e SILVA (op. cit.), no entanto, afirmam que Sistemas Produto-Serviço não são necessariamente melhores do que os produtos tradicionais. Para uma efetiva redução do impacto ambiental, é necessário, segundo os autores, analisar o comportamento do usuário, desenvolver produtos levando em conta a nova forma de utilização, mais intensa, com maior durabilidade e possibilidade de remanufatura e reuso. Apenas otimizando todo o sistema, e não apenas alguns de seus elementos, podem ocorrer os resultados desejados.

Já existem inúmeros exemplos de setores onde a política do negócio se baseia em prestar serviços, no lugar de comercializar produtos. Foto copiadoras, transporte aéreo, aluguel de roupas para festas, entre outros, podem ser citados. Um exemplo de como esta abordagem estimula o desenvolvimento de soluções

ambientais pode ser tirado da indústria automobilística. Algumas montadoras de automóveis terceirizaram o setor de pintura de suas linhas de montagem, não adquirem mais tinta para os veículos, mas sim estabelecem parcerias com os fabricantes de tintas para que estes prestem o serviço de pintura dos carros. Estes últimos passam a operar dentro da linha de fabricação das montadoras e são remuneradas por veículo pintado, e não mais por galões de tinta vendidos. Como resultado, houve uma redução da quantidade de tinta necessária para pintar o carro, sem perda na qualidade da cobertura, porque as indústrias de tintas se sentiram estimuladas a aperfeiçoar o rendimento da tinta para aumentar seu lucro.

Algumas sugestões e diretrizes para aplicação de SPS, por STEVELS (2007) e SILVA (2009):

Procure entender o produto atual como um sistema. Quais são as necessidades ou desejos a serem supridos?

Procure visualizar formas alternativas de oferecer a mesma qualidade ou benfeitoria que o consumidor deseja ou necessita, sem que esta esteja necessariamente vinculada à venda de um produto.

Verifique a viabilidade econômica. A empresa tem capital suficiente para continuar como possuidora dos produtos?

Verifique a viabilidade cultural. O consumidor aceita não ter a posse sobre o produto neste segmento?

### **2.6.8.3. Integração de funções**

A Integração de Funções é uma estratégia onde um único produto atende duas ou mais necessidades. Esta é uma forma de reduzir o impacto ambiental através da redução do número de produtos manufaturados, sem perda na qualidade da relação entre o consumidor e o produto.

Esta estratégia tende a reduzir o gasto de material e energia, gerando ganhos financeiros e ambientais. A mistura de funções requer, entretanto algum cuidado,

segundo STEVELS (2007). Primeiro é necessário considerar o impacto ao longo de todo o Ciclo de Vida, uma economia provocada pela integração de funções pode ser anulada pelo maior gasto de energia em comparação com a solução anterior. Por exemplo, Stevels cita os modelos de televisão com VHS integrado, que poupavam 5 a 10% de matéria prima, mas gastavam 20% a mais de energia, por limitações do sistema de *stand by* integrado. Para o autor, outro problema ocorre em longo prazo, quando o produto recebe melhorias tecnológicas. A implantação desses benefícios fica dificultada nos casos de produtos com funções integradas.

Algumas diretrizes para integrar funções, para BREZET & VAN HEMEL (1997):

Estude aspectos tecnológicos, culturais, financeiros e ergonômicos da integração de funções, para avaliar a aplicabilidade no produto que está sendo desenvolvido.

Avalie que funções poderiam ser combinadas.

Estude a necessidade de potência, desempenho, resistência, durabilidade etc. e veja se a integração é tecnicamente possível e viável.

Avalie os custos e dimensões do produto novo com as funções integradas.

Estude a frequência de uso das funções pelos consumidores.

Estude a aceitação do consumidor para este tipo de solução.

Verifique a lucratividade do sistema integrado.

#### **2.6.8.4. Compartilhamento**

Esta é outra estratégia de redução do impacto ambiental do consumo, com características culturais. O compartilhamento propõe a redução do número de objetos manufaturados a partir de uma política eficiente de uso mútuo de

produtos. A densidade habitacional nas grandes cidades e a tendência de moradia em condomínios viabiliza essa solução.

Aplica-se de forma muito eficiente em produtos de uso pouco intenso, como, por exemplo, uma furadeira. Este objeto poderia ser adquirido pelo condomínio para ser disponibilizado para os moradores que necessitassem dele, retornando em seguida para o depósito. Outro exemplo de compartilhamento eficiente é o uso de lavanderias de uso comum no condomínio, no lugar de cada morador possuir sua própria lava-roupa. Esta solução, além do benefício ambiental, reduz a necessidade de espaço na área de serviço, disponibilizando mais espaço para os cômodos mais nobres da residência.

A solução é viável economicamente para alguns setores. HEMEL (1998) exemplifica com a experiência de compartilhamento de veículos, que desde 1994 ocorre na Holanda e Suíça. Após uma empresa pioneira lançar o serviço no mercado e ser bem sucedida, em quatro anos surgiram outras nove concorrentes.

Para o designer, projetar um produto que será comercializado para uso coletivo significa aplicar algumas medidas durante o projeto, como as exemplificadas abaixo:

Leve em conta os diversos perfis de usuário que irão utilizar o produto simultaneamente.

Facilite o uso intuitivo, uma vez que os usuários não vão ter acesso ao manual.

Aumente a resistência, já que as pessoas tendem a ser menos cuidadosas com objetos que não possuem diretamente.

## **2.7. Design para o Ciclo de Vida**

Todas as abordagens de Design para Sustentabilidade e Ecodesign partem do princípio de entender o produto em todo seu Ciclo de Vida. Por isso, muitas

vezes, são conhecidas também como Design para o Ciclo de Vida, ou *Design for Life Cycle*.

Como Ciclo de Vida de um produto entende-se toda a existência física do objeto: a extração da matéria-prima, seu processamento, transporte, manufatura do produto, distribuição, uso e descarte. Essa abordagem também é conhecida como “do berço ao túmulo”, ou ainda, “do berço ao berço”, alusão à possibilidade de remanufatura ou reciclagem.

A expressão Ciclo de Vida pode provocar equívocos porque é utilizada com outro significado pelo Marketing. Esta disciplina chama de Ciclo de Vida o período que compreende o projeto, lançamento, venda e retirada do produto do mercado. O resultado é apresentado como uma curva de Vendas x Tempo, com objetivo de medir o desempenho do produto como negócio, sua lucratividade. O uso desta abordagem tem como objetivo compreender em que momento o produto deve sofrer alguma atualização que prolongue sua existência, contar com alguma estratégia de marketing para incentivar as vendas ou ser definitivamente retirado do mercado.

A grande inovação da abordagem de Ciclo de Vida pela ótica do meio ambiente é a percepção de que os impactos de um produto estão além do momento de sua existência como tal. Quando o produto (ou serviço) é entendido por esta ótica, os cenários mudam. Por vezes o que parece ser um produto de baixo impacto ambiental se revela um produto nocivo, porque o produto em si pode ser amigável, mas para obtê-lo pode ter sido necessário um alto gasto de energia, ou seu descarte pode ser altamente tóxico.

A abordagem de Ciclo de Vida trás à tona números que antes eram ignorados. Para ZHANG (2002), um produto contém em média apenas 5% da matéria prima envolvida no processo de produção e distribuição. A título de exemplo, segundo dados levantados por BARBOSA (2003), para se produzir um computador que pesa cerca de dois quilos, movimenta-se de 15 a 19 toneladas de matéria e gasta-se 33 mil litros água.

Entendendo o produto em todo seu ciclo de vida, pode-se perceber que este se compõe basicamente de um fluxo de matéria e energia. O ideal é que este ciclo se feche com o mínimo de perdas, tal qual acontece na natureza. Buscar fechar o balanço deste ciclo deve ser uma das metas do projeto.

Durante o projeto de um produto, decisões tomadas vão influenciar o impacto ambiental do produto durante todas suas fases do ciclo de vida. TEIXEIRA & CESAR (2004) propõe um modelo com seis etapas do ciclo onde o designer pode influenciar durante o projeto, apresentado na figura 2.2 e quadro 2.2.

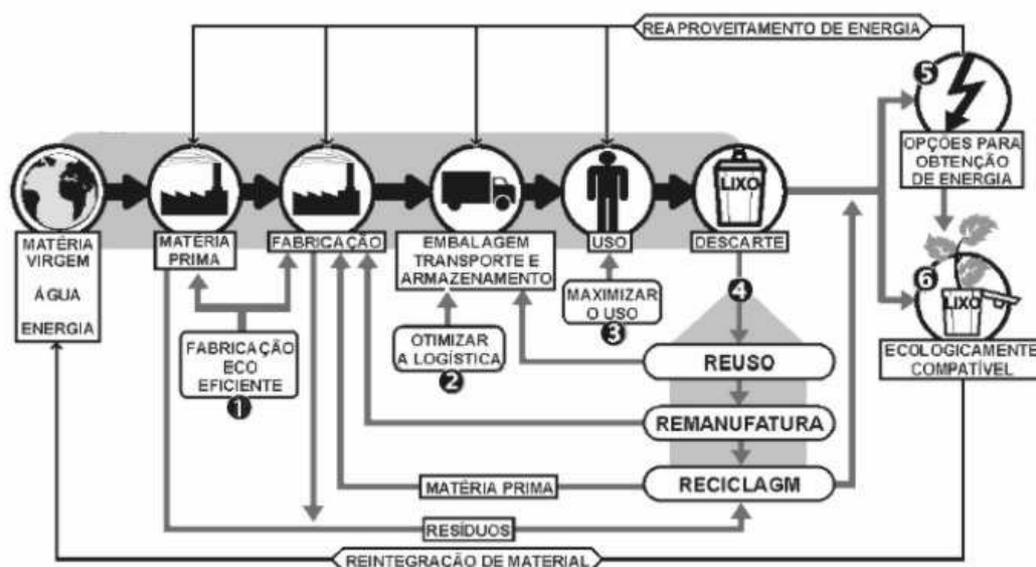


Figura 2.2 – todo o ciclo de produção e de retorno de um produto, baseado em TEIXEIRA & CESAR (2004).

	Fase	exemplo de ação do designer
1	Fluxo tradicional da produção:  Aqui é visto o planeta Terra como fornecedor de recursos naturais, que são beneficiados e transformados em produtos, que são distribuídos para o consumo e a seguir descartados.	
2	Fabricação Eco-eficiente:  Aplicação de tecnologias e de gerenciamento que buscam a prevenção da poluição e otimização dos	Projetos que reduzem o uso recursos virgens, Use de materiais e de processos fabricação não poluentes, materiais reciclados e

	recursos.	recicláveis materiais com origem sustentável.
3	Otimizar a logística:  Prever produtos que facilitem o transporte e armazenamento, que usem o mínimo ou zero de embalagem e que permita seu retorno à indústria após o uso.	Projetar embalagens retornáveis recicláveis biodegradáveis com dimensionamento otimizado
4	Maximizar o uso  Aumentar a utilidade e a vida útil do produto além de diminuir o consumo de água e energia durante esta fase de uso.	Desenvolver produtos multifuncionais, duráveis, econômicos, de fácil manutenção e valor estético.
5	Reuso, Remanufatura e Reciclagem  Prever durante o projeto a possibilidade de retorno do produto ao fim de sua vida útil.	Projetar prevendo formas rápidas de desmontagem. identificar materiais. facilitar a separação.
6	Opções para obtenção de energia  Quando o produto for construído com material de alto conteúdo energético e não for possível melhor destino no descarte, o reaproveitamento energético deve ser previsto e viabilizado.	Utilizar soluções de projeto que facilitem a separação do material a ser aproveitado. Especificar materiais não tóxicos quando incinerados. Facilitar a separação dos materiais a serem aproveitados. identificar os materiais.
7	Resíduos ecologicamente compatíveis.  Prever a reintegração do produto descartado ao meio natural, quando não houver possibilidade de uso mais nobre.	Prever que o material a ser descartado não seja poluente. Evitar substâncias tóxicas. Prever que os componentes a serem descartados tenham volume mínimo.

Quadro 2.2 – estratégias de Ecodesign separadas por fase, a partir de uma abordagem de Ciclo de Vida, baseado em TEIXEIRA & CESAR (2004).

### 2.7.1. Análise de Ciclo de Vida

Da abordagem de Ciclo de Vida surgiu a Análise de Ciclo de Vida – ACV (ou LCA – do inglês *Life Cycle Assessment*), o levantamento e avaliação de toda a história de vida do produto para calcular seu impacto ambiental. A ACV é um dos mais importantes instrumentos para o Ecodesign, pois permite medir o peso do produto no meio ambiente bem como identificar seus gargalos ambientais.

A ACV é, em geral, comparativa, isto é, mede o impacto ambiental de um serviço, produto, componente, material ou processo em comparação com outro ou com um ideal. Desta forma, funciona como uma ferramenta para auxiliar a tomada de decisões.

O processo mede o impacto ambiental de um produto ou serviço, através de um inventário de matéria e energia. Avaliam-se todos os *inputs* e *outputs* de todas as fases do ciclo de vida e o impacto destes fluxos no meio ambiente. Desta forma, é possível responder a perguntas tais como: onde o produto impacta mais? Quais as prioridades de ação? Qual material menos impactante para uma dada situação? Qual solução mais adequada para uma dada localidade? Mesmo questões subjetivas de consumo podem ser respondidas pela ACV de forma razoavelmente imparcial e científica, tais como: é melhor manter uma geladeira velha ou descartá-la trocando por uma mais eficiente? é melhor fralda descartável ou fralda de pano?

Em design, a ACV pode ser utilizada como apoio para tomada de decisões entre duas ou mais possibilidades. A título de exemplo, pode-se citar uma decisão sobre a melhor forma de embalar refrigerante, se em garrafas PET descartáveis ou em garrafas de vidro retornáveis. A princípio a garrafa descartável é prejudicial ao meio ambiente porque tem um ciclo de vida extremamente desfavorável, cerca de duas semanas de vida útil e alguns séculos de “vida inútil”, o tempo necessário para a matéria-prima degradar num aterro sanitário. Mas a garrafa PET pesa apenas 50 gramas e transporta dois litros de refrigerante, enquanto que a de vidro pesa 900 gramas e leva um litro, o que significa que, para este caso, metade da energia gasta na distribuição será empregada apenas para o transporte da embalagem. Em acréscimo, é preciso levar em conta o gasto de água e o efeito dos detergentes necessários para a higienização das garrafas. A decisão tem que ser tomada, portanto, comparando-se impactos ambientais de natureza diferente, de um lado desperdício de matéria-prima e descarte em aterros, de outros gastos de água, combustível e emissões de CO<sub>2</sub> e detergentes. Para encontrar a resposta para uma comparação desta natureza, quando impactos diferentes são confrontados, a ACV é uma ferramenta útil, pois mede e compara impactos de diferentes classes e presentes em diferentes fases do Ciclo de Vida. Por outro lado, leva em conta a

realidade local, e respostas a este tipo de decisão geralmente são de natureza local. Voltando ao exemplo da embalagem de refrigerante, em regiões áridas, onde água é escassa e há terras improdutivas, talvez a solução garrafas PET descartável seja menos impactante do que a retornável de vidro. Já onde água ainda é farta, provavelmente será o contrário.

Para fazer avaliações de impactos de natureza diferente, as conseqüências dos *inputs* e *outputs* têm que ser calculadas em termos de impacto que provocam no meio ambiente. Para isso, o ACV relaciona todos os impactos de um produto em diversas categorias ambientais, como: ataque à camada de ozônio, efeito estufa, acidificação, eutrofia, redução da biodiversidade, extinção de espécies da fauna ou flora etc.

A fase mais delicada é a transformação de todos esses impactos distribuídos em diferentes categorias ambientais em um número único, porque nesta etapa da ACV a resposta tende a ter um grau de subjetividade, e conseqüentemente, está sujeita as pressões políticas. Por este motivo, as normas que tratam da ACV (ISO 14040, 14041 e 14042) proíbem o emprego do número único em apresentações públicas, marketing ou propaganda, sendo válido apenas como um recurso para decisões internas da empresa. O número único é, no entanto, muito útil ao designer para auxiliá-lo nas decisões de projeto.

A maioria das ferramentas de cálculo de impacto ambiental se baseia no princípio de ACV. Apesar da sua utilidade, a ACV tem uma série de limitações. Uma avaliação completa consome muito tempo e recursos. E para realizá-la, é necessário informações completas sobre o produto avaliado, o que dificilmente está disponível nas etapas iniciais do projeto, onde avaliações de impacto são mais necessárias. Além disso, são de difícil aplicação em inovações, já que normalmente são comparativas.