

# **Design para sustentabilidade: equilibrando natureza, técnica e necessidades humanas<sup>1</sup>** *Design for sustainability: balancing nature, technique, and human needs*

**SOUZA, Paulo Fernando de Almeida**

Doutorando em Design e Arquitetura (USP), Professor da Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

E-mail: psouza@uneb.br

Palavras-chave: Design para Sustentabilidade, Metodologia de Projetos, Desenvolvimento Sustentável

A prática do Design tem tradicionalmente sido orientada à definição formal dos produtos, sem uma preocupação efetiva com a natureza e as necessidades humanas. As metodologias de design devem mudar no sentido de se atingir práticas mais sustentáveis. Este artigo analisa um modelo teórico de design como base para o desenvolvimento sustentável.

*Keywords: Design for Sustainability, Projects Methodology, Sustainable Development*

*The praxis of Design has traditionally been oriented to define the shape of products without taking into account the nature and human needs. The design methodologies have to be changed in order to achieve sustainable practices. This paper aims to analyze a theoretic model of design as guideline for sustainable development.*

## **Design para sustentabilidade: equilibrando natureza, técnica e necessidades humanas**

### **1. Introdução**

O processo de design industrial pode ser definido como um conjunto de decisões tomadas para solucionar requerimentos específicos em produtos ou serviços, i.e. processos, normalmente associadas às etapas de manufatura, distribuição, marketing, consumo e utilização de um determinado artefato ou sistema (ROSE, 2000). De modo geral, a prática do design tem sido tradicionalmente conduzida de forma a atender as demandas por melhores produtos, otimização de processos, melhoria de preços, qualidade formal e funcional dos objetos, eficiência na linha de produção e, sobretudo, maior lucratividade para as empresas. Esta forte orientação para o mercado propõe como objeto central do trabalho do designer soluções para os problemas dos sistemas industriais, e.g. definição de materiais, melhoria de processos produtivos e, de modo crescente, uma atenção especial para o uso mais adequado e seguro dos produtos industrializados.

Percebe-se, entretanto, que a produção industrial e, portanto, os métodos de design, associam-se quase exclusivamente à produção de artefatos, partindo-se de uma perspectiva isolada da tecnologia (SOUZA e SANTOS, 2003). Tal perspectiva propõe que as questões resultantes dos impactos da produção industrial sobre a sociedade humana, bem como as questões de ordem ecológica, sejam resolvidas a partir do advento da técnica, das soluções desenvolvidas em laboratório e pelo poder de aparatos tecnológicos. Entretanto, como afirma Bollmann (2001), o fenômeno da ação antrópica sobre o meio natural constitui-se numa relação complexa, originada por demandas individuais e coletivas, fundamentadas em aspectos psicológicos, culturais, sociais e econômicos, que refletem decisivamente no modelo de exploração e manejo dos recursos naturais disponíveis, exigindo grande capacidade de entendimento na busca por soluções e respostas, além de uma percepção abrangente das mais diversas dimensões do problema.

O pesquisador Margolin (2002) aponta que, distante de um modelo de desenvolvimento em harmonia com a natureza e a sociedade, aqueles que operam na ótica do mercado acreditam que o desenvolvimento de produtos e a inovação são as principais engrenagens da economia global, considerando, sobretudo, que a força da inovação tecnológica é capaz de ampliar as experiências humanas, considerando também que a satisfação que a aquisição de bens proporciona não tem limites, estando integralmente ligada à noção de felicidade. Este comportamento é exemplificado por meio da postura dos produtores em constantemente

---

<sup>1</sup> Artigo originalmente apresentado e publicado nos anuários do 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D Design, 2004, promovido pela Associação do Ensino e da Pesquisa de Nível Superior em Design do Brasil e a Fundação Armando Álvares Penteado, realizado em São Paulo. Atualizado pelo autor em novembro de 2004.

adicionar refinamentos aos produtos e, mais grave, intervir na criação de mercados exclusivos e especializados para o consumo de objetos, muitas vezes relacionados exclusivamente à satisfação do luxo individual, atendendo a um universo cada vez menor de pessoas. Acreditamos, juntamente com o autor, que o confronto entre os aspectos morais e filosóficos em relação às questões tecnológicas tende a um vácuo intelectual e social, distante de uma solução pacífica.

Diante disso, o processo de design de produtos, enquanto atividade geradora de massa (*mass maker*), e, portanto, fortemente relacionada ao chamado “mundo artificial”<sup>2</sup>, requer considerações mais profundas, além de uma ótica exclusivamente centrada em valores econômicos. Partindo-se do princípio de que a atividade de design visa responder a situações complexas “inventando cursos produtivos de ação”, espera-se que os designers migrem do domínio exclusivo da produção de objetos materiais para o domínio do desenvolvimento de soluções para sistemas e ambientes naturais, de trabalho, lazer e aprendizagem, “sustentando, desenvolvendo e integrando os seres humanos ao ambiente ecológico e cultural, dando forma a esses ambientes quando desejável e possível, ou adaptando-os quando necessário” (BUCHANAN, 1992, p. 14, tradução nossa).

Desta forma, o conceito apresentado por Buchanan (1992) claramente coloca o processo de design numa esfera diferente da que vem sendo proposta desde os primórdios da Bauhaus:

O design é uma nova arte liberal de cultura tecnológica que tem a capacidade de conectar e integrar conhecimentos de grande utilidade tanto para as artes quanto para as ciências, em aspectos orientados aos problemas e propósitos do presente (BUCHANAN, 1992, p. 6, tradução nossa).

Entretanto, percebe-se que, apesar de alguns esforços promovidos no âmbito de associações profissionais como o *International Council of Societies of Industrial Design* (ICSID), a exemplo das discussões alavancadas no congresso *Humane Village* (Aldeia Humana), em Toronto, 1997, a maioria dos designers ainda está comprometida unicamente com os objetivos dos negócios de seus clientes, acreditando na impossibilidade de uma ação individual para a melhoria da qualidade de vida de todos. O idealizador da Aldeia Humana, Alexander Manu, aponta a responsabilidade social do trabalho do designer como forma de retorno aos valores que nos tornam “humanos”, atuando positivamente em benefício da humanidade (MANU, 1995). Segundo Margolin (2002), um passo importante na transição de modelos de desenvolvimento é o reconhecimento de que, historicamente, o design tem praticado ações de contingência ao invés de agir perante as necessidades, “respondendo a circunstâncias e situações particulares e ignorando outras possibilidades” (MARGOLIN, 2002, p. 97, tradução nossa).

Margolin (2002) aponta ainda a necessidade da mudança do paradigma dominante de atuação unicamente do design para a concepção da forma dos objetos. Faz-se necessária, segundo o autor, a percepção clara da insuficiência desta contribuição perante os diversos problemas a serem solucionados. Neste sentido, torna-se fundamental a importância da atuação interdisciplinar, que possibilita o trabalho dos designers juntamente com outros profissionais (e.g. engenheiros, cientistas sociais, biólogos), o que não tem sido efetivamente experimentado nas escolas de design.

Portanto, nas perspectivas da ecologia, da sociedade e da ética, as metodologias de design devem ser urgentemente revistas no sentido de atingir, de um lado, os objetivos da vida e cultura em sociedade e, de outro lado, em respeito aos limites de sobrevivência e continuidade dos sistemas naturais.

## 2. Sustentabilidade e Design

O relatório Brundtland, de 1987, promovido pelas Nações Unidas e intitulado *Nosso Futuro Comum* (*Our Common Future*)<sup>3</sup>, promulga o “Modelo de Sustentabilidade” para o mundo, considerando-o como um sistema com balanços e trocas ecológicas, formado de recursos finitos, em que a degradação de um de seus elementos leva obrigatoriamente a um colapso do conjunto. Segundo o Relatório, sustentabilidade, i.e. desenvolvimento sustentável, significa “encontrar as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações em encontrar suas próprias necessidades”. No âmbito biofísico, a

<sup>2</sup> MARGOLIN, Victor. *The politics of the artificial: essays on design and design studies*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2002.

<sup>3</sup> In: Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional, 2000, p. 40.

sustentabilidade pode ser definida como a tendência dos ecossistemas em balancear, de modo dinâmico, seus padrões de consumo de matéria e energia, e evoluir a um ponto em que a vida possa continuar.

No entorno da produção industrial, como definem Spangenberg e Bonniot (1998), um sistema produtivo somente pode ser considerado ambientalmente sustentável caso a quantidade de recursos utilizados para gerar bem-estar seja permanentemente restrita ao tamanho e à qualidade que não excedam as fontes de matéria-prima e energia, particularmente aquelas advindas dos sistemas naturais.

Apesar do Modelo de Sustentabilidade ter contribuído para a formação de diversos partidos verdes, especialmente na Europa e nos Estados Unidos, servindo de temática central em diversas conferências das Nações Unidas e formatando os programas de diversos governos em nível mundial, segundo Margolin (2002), sua inabilidade em “acomodar a dinâmica do crescimento da produção e do comércio” em economias globalizadas e emergentes tem intensificado sua desacreditação, de um lado, por parte de empresas e facções de mercado, de outro lado os diversos segmentos da sociedade, especialmente em países industrializados. Em consonância com a tese dos autores do relatório *The First Global Revolution*, de 1991: “a sociedade sustentável jamais surgirá no espectro de uma economia mundial centrada exclusivamente em operações decorrentes de forças de mercado” (KING e SCHNEIDER, 1991 apud MARGOLIN, 2002, p. 83, tradução nossa).

No âmbito do design, como aponta Manzini (1994), as dificuldades de implementação de um Modelo de Sustentabilidade exigem do designer um “novo radicalismo”, tendo em vista que o simples *redesign* dos produtos existentes apresenta-se como uma solução insuficiente, quando o caminho encontra-se na drástica mudança nos padrões de consumo. Neste sentido, Manzini propõe três cenários de mudança:

- 1) os designers devem obrigatoriamente desenvolver produtos mais duráveis enquanto artefatos tecnológicos e culturais;
- 2) há uma forte necessidade de mudanças comportamentais, saindo da mera aquisição de produtos para a utilização efetiva de serviços; e
- 3) deve existir um esforço progressivo para consumir menos objetos.

Esta radical e, muitas vezes, irreal redução do consumo clamada pelo Modelo de Sustentabilidade tem-nos levado a um impasse em nível mundial. Entretanto, o design apresenta um papel decisivo na busca de modelos alternativos de desenvolvimento, especialmente os que considerem os valores culturais, sociais, éticos, morais e ambientais como pilares para a construção de modelos civilizatórios. O poder do design está em gerar metodologias e técnicas de intervenção, partindo de observações, análises, invenções, desenho e definição de formas e também aspectos comunicacionais capazes de promover uma prática projetual mais propositiva, i.e. pró-ativa, ao invés de uma prática meramente demonstrativa, i.e. reativa (MARGOLIN, 2002). Assim, a perspectiva de sustentabilidade irá requerer do designer um objetivo permanente no sentido de simplificar a produção e, sobretudo, assumir as demandas sociais e ambientais no planejamento de produtos e serviços.

### **3. Tendências metodológicas na busca por sustentabilidade**

As discussões sobre a prática do design com orientação para a sustentabilidade marcaram-se pelo surgimento de um novo ramo da ciência chamado de Ecologia Industrial, principalmente com o trabalho dos autores Graedel e Allenby (1995). Esta linha de pesquisa busca determinar os meios pelos quais a sociedade humana pode, de modo racional e deliberado, abarcar e manter uma considerável capacidade de funcionamento para os sistemas naturais, tendo em vista as crescentes necessidades e transformações econômicas, culturais e tecnológicas. Este método de pesquisa tem fundamentado os estudos dos designers na busca por práticas sustentáveis. Segundo os autores do método, uma consideração total no âmbito da ecologia industrial deve incluir, além do escopo das atividades econômicas, os padrões e comportamentos de consumo, uma vez que ambos impactam os sistemas naturais em diferentes escalas.

A partir dos conceitos desenvolvidos no âmbito da ecologia industrial, diversas pesquisas foram conduzidas no sentido de aproximar o trabalho dos designers de uma abordagem mais ecológica na produção industrial (e.g. novas práticas orientadas ao reuso de materiais, reciclabilidade, remanufatura, minimização de fluxo de energia na linha de produção), configurando o que se entende hoje por Design Orientado ao Ambiente (*Design for Environment – DFE*). Este conceito é ampliado com os estudos desenvolvidos por diversos pesquisadores, entre eles Manzini (1994 e 1995), Dumanowski (1995), Espinosa (1995), Tischner (1996),

Charter (1997), Papanek (1997), Schmidt-Bleek *et. al* (1998), Rose (2000), Margolin (2002), Souza (2002), Manzini e Vezzoli (2002), Souza e Pereira (2003), entre outros.

Dentro do processo de ecologia industrial, duas importantes metodologias podem ser identificadas como abordagens evolutivas para o processo de design industrial:

- a) Design Orientado ao Ambiente (*Design for Environment - DFE*); e
- b) Design para Sustentabilidade (*Design for Sustainability - DFS*).

### 3.1 Design Orientado ao Ambiente - *Design for Environment*

O Design Orientado ao Ambiente (DFE) tem um importante papel em modelos de produção sustentável, i.e. modelos que compatibilizam de modo adequado o uso, atualização, reuso, reciclagem e deposição de matéria e energia, promovendo, sempre que possível, um ciclo fechado em seus sistemas produtivos. É uma metodologia que integra um programa maior de gestão ambiental, geralmente associado a exigências normativas ou demandas específicas de competitividade em mercados internacionais, compondo sistemas de forte atuação em proteção ambiental para as plantas industriais. A principal vantagem do DFE é a possibilidade de respostas rápidas, no âmbito da tomada de decisões ainda na fase de projeto, implicando significativamente em reduções de custos nas unidades fabris.

As decisões no âmbito do DFE influenciam toda cadeia produtiva, no sentido de minimizar os impactos ambientais. De acordo com Souza (2002), este método pode ser definido como um processo de design que leva fortemente em consideração a performance ambiental, i.e. produção livre de danos ambientais, desde as fases iniciais do projeto (i.e. geração de idéias), buscando otimização nos fluxos mássicos e energéticos do sistema, especialmente caracterizando o uso eficiente de materiais, técnicas e processos produtivos, na busca por atender as demandas mercadológicas e, ao mesmo tempo, minimizar os resíduos e danos à natureza. Assim, o DFE consiste basicamente de inovações tecnológicas e metodologias de projeto que auxiliam o designer na tomada de decisões, buscando soluções economicamente viáveis e ecologicamente amigáveis.

Conceitualmente, Allenby (1999) apresenta três fases fundamentais para o DFE:

- 1) fase de inventário (*inventory analysis*);
- 2) fase de análise de impactos (*impact analysis*); e
- 3) fase de implementação de melhorias (*improvement analysis*).

Na primeira fase, é feito o detalhamento da área de abrangência do produto, com a identificação das principais implicações ambientais do processo produtivo e o levantamento dos materiais e fluxos mássicos resultantes da produção; na fase de análise de impactos, os dados coletados são confrontados com as possíveis mudanças ocorridas no entorno da fábrica e são eleitos eco-indicadores<sup>4</sup> para quantificação dos custos e danos ambientais de cada ciclo (matéria-prima, manufatura, distribuição, transporte, armazenamento, vendas, utilização e descarte); por fim, na fase de implementação, são determinadas as melhorias que a serem agregadas ao processo, visando um aumento na *performance* ambiental do produto.

### 3.2 Design para Sustentabilidade - *Design for Sustainability*

O que o design pode e deve fazer é a proposta de uma nova imagem e estilo de vida que seja compatível com o ambiente, tanto em aspectos da vida diária quanto à vida global e a vida nos espaços de trabalho (EKUAN, 1997, p. 4, tradução nossa).

Segundo Manzini e Vezzoli (2002), o conceito de Design para Sustentabilidade (DFS) está fortemente relacionado a capacidade de promover sistemas de produção que possam responder a requisitos sociais e ambientais em seus produtos, usando a menor quantidade possível de recursos naturais, em comparação com os padrões atuais da indústria. Neste sentido, os designers e decisores do processo produtivo devem coordenar todo produto, serviço e comunicação que possam contribuir para clarificar as alternativas de design e soluções técnicas que efetivamente atendam às inovações sociais e culturais. O método também

---

<sup>4</sup> No contexto da metodologia da Análise do Ciclo de Vida, o conceito de Eco-indicador descreve em um único valor quantitativo uma medida do impacto ambiental causado ao longo de todo o ciclo de vida de um determinado produto (ou de fases deste ciclo, sejam temporais, geográficas ou tecnológicas). A metodologia envolve a agregação de diversos efeitos ambientais através de um sistema de ponderação específico.

considera o ciclo de vida de matéria e energia e seus impactos nos sistemas naturais e humanos, assumindo que um novo padrão de comportamento deve existir no mercado, a um ponto em que os consumidores requeiram muito mais conformidade para os produtos e serviços, tendo por base idéias ambientalmente sustentáveis, socialmente aceitas e culturalmente atrativas (MANZINI e VEZZOLI, 2002).

O método de DFS tem como base a eficiência no processo de design, dando ênfase à redução de materiais, escolha correta de matéria-prima e fontes de energia ambientalmente amigáveis, otimização de etapas, desenvolvimento de produtos com maior durabilidade, confiabilidade, facilidade de desmontagem e, sobretudo, atendimento às expectativas da sociedade quanto ao uso, qualidade e isenção de impactos dos produtos e processos industriais. Neste sentido, Manzini e Vezzoli (2002) apresentaram quatro importantes fases para implementação de projetos de DFS:

(1) redesign dos produtos e modelos existentes; (2) atualização (*upgrading*) dos produtos; (3) determinação de novos padrões de consumo; e (4) sustentabilidade.

As duas fases iniciais estão normalmente integradas e podem ser conduzidas de modo conjunto, dependendo do planejamento estratégico da empresa e das demandas sociais envolvidas no desenvolvimento de produtos. A fase de redesign está fundamentada em inovações tecnológicas nos processos produtivos, não demandando necessariamente mudanças no comportamento de consumo. Nesta etapa, o papel do designer é definir estratégias em conformidade com a metodologia de Análise do Ciclo de Vida (LCA), definindo produtos que atendam aos parâmetros de redução, reuso e reciclagem.

A fase de atualização (*upgrading*) baseia-se em coletas de dados e informações, buscando otimização de bens e serviços orientados à proteção ambiental (e.g. definição de novos materiais, novos processos de produção, novo ciclo de vida de produtos e materiais). Busca-se nesta fase o desenho de produtos reconhecidos e validados pela sociedade e pelos mercados como ambientalmente amigáveis. As inovações propostas são implementadas progressivamente nos produtos e processos, partindo-se de alguns critérios ecológicos que demandam, inclusive, algumas mudanças nos padrões de consumo e posicionamento de mercado. Esta fase pode representar grande dificuldade de implementação devido à necessidade de investimentos em estudos mercadológicos e, também, devido aos riscos envolvidos com o lançamento de produtos não consolidados pelos consumidores.

As duas últimas fases de projeto, como seus títulos bem as definem, demandam novos padrões de consumo para serem consolidadas. As soluções são propostas que envolvem o estilo de vida das pessoas, comportamento de compra e aquisição de bens, reutilização de materiais e produtos, reciclagem e, fundamentalmente, (re)educação. Apesar do fato de que as mudanças são difíceis e requerem tempo, estas questões tornam-se decisivas rumo a um modelo de vida sustentável, o que implica necessariamente em uma mudança de paradigmas culturais. O designer, aqui, torna-se não mais o solucionador de problemas, mas sim o responsável pelas propostas de novos cenários para a obtenção de satisfação e qualidade de vida (MANZINI, 1995). Neste sentido, Findeli (1994) propõe a necessidade de mudança da abordagem tradicional do design, i.e. design como atividade voltada para a resolução de problemas, para uma abordagem sistêmica, i.e. design como atividade reguladora dos processos dinâmicos de mudança dos mais diversos sistemas envolvidos na produção, uso, reciclagem, reutilização e deposição de produtos.

A perspectiva de sustentabilidade, portanto, discute novos conceitos de desenvolvimento. Mudanças devem ocorrer de modo imediato no sentido de frear as degradações aos sistemas naturais e eliminar as ameaças à vida propriamente dita. De acordo com Meadows et al. (1992), as principais considerações necessárias para se atingir práticas sustentáveis envolvem três eixos estratégicos de ação: (1) população; (2) procura por bem-estar; e (3) tecnologias de eco-eficiência. Desta forma, as soluções orientadas à sustentabilidade refletem, de um lado, demandas sociais por bens e serviços e, de outro lado, respostas tecnológicas de inovação em processos. A Figura 1 apresenta um gráfico, desenvolvido por Manzini e Vezzoli (2002), para melhor visualizar as relações entre Mudanças Culturais (MC) e as Inovações Tecnológicas (IT) impostas na busca por modelos de sustentabilidade:

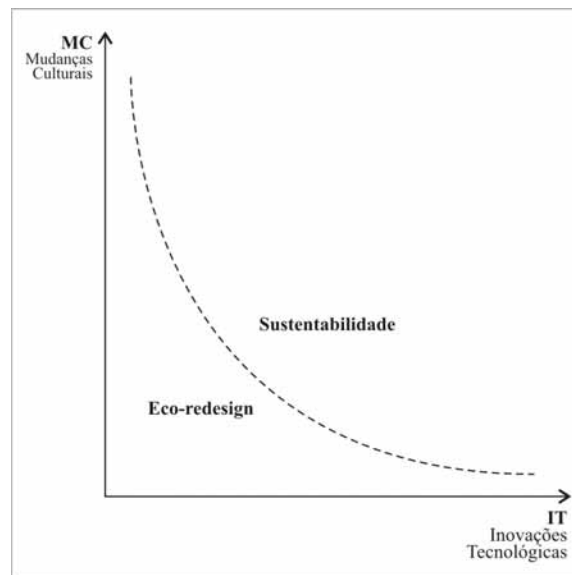


Figura 1 – Relações entre Mudanças Culturais (MC) e Inovações Tecnológicas (IT) (Manzini e Vezzoli, 2002).

De acordo com os autores, as ações de eco-redesign são consideradas positivas ao ambiente, porém insuficientes para se tornarem sustentáveis, visto que não representam *per se* mudanças nos padrões culturais e de consumo. Neste sentido, a sustentabilidade somente pode ser atingida a partir de novas práticas e tendências que considerem os principais aspectos que determinam o funcionamento dos sistemas naturais e humanos propriamente ditos.

Desta forma, as necessidades de mudança na busca por sustentabilidade abrangem aspectos relacionados ao ambiente, a sociedade, a ética, a cultura, a economia, etc. Propõe-se, portanto, uma mudança de foco na tecnologia para atuar diretamente no ambiente e no bem-estar social e, por fim, manter seus esforços para a continuidade evolutiva deste sistema, pressupondo-se que a vida deve ser a fonte de inspiração e a razão de ser da técnica. A Figura 2 apresenta um exemplo desta tendência, enfatizando a orientação do processo de design para sustentabilidade em relação ao design tradicional:

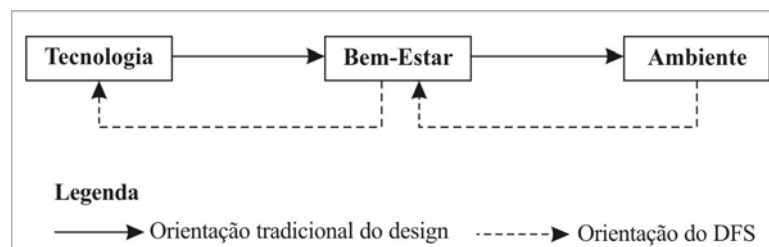


Figura 2 – Mudanças de orientação metodológica na busca por sustentabilidade (SOUZA, 2003).

Em conformidade com o pensamento de Margolin (2002), acreditamos que o design mudará a partir do momento em que os designers desenvolverem uma nova consciência. Neste sentido, um grande passo, e também uma dificuldade, segundo o autor, é a desagregação da atividade à cultura de consumo e a busca por terrenos onde possa repensar seu papel na mudança de modelos mundiais. Alguns obstáculos identificados nesse processo por Margolin (2002):

- 1) crise do querer;
- 2) crise da imaginação.

O primeiro obstáculo permanecerá enquanto os designers não se confrontarem com a realidade à sua volta, determinando as ações individuais que podem contribuir para a sustentabilidade global. No segundo caso, também de acordo com Margolin (2002), há pouca quantidade de exemplos de projetos que podem inspirar outros designers a assumir a postura em prol da sociedade sustentável. A maioria desses projetos, quando existentes, restringe-se às academias ou a publicações profissionais, distanciando-se da maioria da população, o que dificulta a discussão mais aprofundada acerca das possibilidades disponíveis para a solução de problemas.

#### 4. Considerações Finais

Este artigo analisa alguns conceitos e métodos que propõem significativamente práticas consideradas sustentáveis, associadas ao trabalho dos designers industriais (e.g. DFE e DFS). A idéia principal é discutir de que maneira os designers devem agir no sentido de se construir um modelo de desenvolvimento sustentável, partindo-se de premissas ambientais, sociais, éticas, culturais, econômicas, etc..

Fazem-se necessários novos estudos e discussões mais amplas, particularmente no que diz respeito à educação em design, que tradicionalmente não tem sido orientada de modo a complementar os estudos das ciências naturais e sociais (i.e. interdisciplinaridade). Uma forte contribuição dos designers para a melhoria da qualidade de vida e bem-estar social seria, por exemplo, um diálogo mais profundo com outras especialidades e, sobretudo, um maior entendimento de seu papel na construção de novas alternativas de desenvolvimento, incorporando ações mais abrangentes na solução de problemas de ordem cultural e ambiental.

#### 5. Referências Bibliográficas

ALLENBY, Braden R. *Industrial ecology: policy framework and implementation*. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.

BOLLMANN, Harry A. Metodologia para avaliação ambiental integrada. In: MAIA, Nilson B., MARTOS, Henry L. e BARRELLA, Walter (Orgs.) *Indicadores ambientais: conceitos e aplicações*. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001. p. 15-46.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. *Agenda 21 Brasileira – Bases para discussão*. Brasília, 2000.

BUCHANAN, Richard. Wicked problems in design thinking. *Design Issues*, 8, n. 2. Cambridge: MIT Press, 1992, p. 5-21.

CHARTER, E. *Managing eco-design, a training solution*. Farnham: The Centre for Sustainable Design, 1997.

DUMANOWSKI, Dianne. 2050: uma via que talvez nos leve lá. *Revista da aldeia humana*. Florianópolis: SENAI / LBDI, 1995.

EKUAN, Kenji. A new age, new design values. *ICSID News*, 2. 1997, p. 4.

ESPINOSA, Pedro E.G. O design sustentável. *Fórum internacional de design e diversidade cultural*. Florianópolis: SENAI / LBDI, 1995.

FINDELI, Alain. Ethics, aesthetics, and design. *Design Issues*, v. 10, n. 2. Summer 1994, p. 49-68.

GRAEDEL, T. E. e ALLENBY, B. R. *Industrial ecology*. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

KING, Alexander; SCHNEIDER, Bertrand. *The first global revolution: a report by the Council of the Club of Rome*. New York: Pantheon, 1991.

MANU, Alexander. Chasing butterflies: thoughts on the big idea of design, redefinitions and responsibilities. *Humane Village Journal* 2, n. 1. 1995, p. 3.

MANZINI, Ezio. Design, environment and social quality: from “existenzminimum” to “quality maximum”. *Design Issues*, 10, n. 1. Cambridge: MIT Press, 1994.

MANZINI, Ezio. Prometheus of the everyday: the ecology of the artificial and the designer’s responsibility. In: BUCHANAN, R.; MARGOLIN, V. (eds.). *Discovering design: explorations in Design Studies*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1995, p. 219-243.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. *Desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: EDUSP, 2002.

MARGOLIN, Victor. *The politics of the artificial: essays on design and design studies*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2002.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D.; RANDERS, J. *Beyond the limits*. New York: Universe Book, 1992.

PAPANЕК, Victor. *Design for the Real World - Human Ecology and Social Change*. London: Ed. Thames and Hudson Ltd., 1997.

ROSE, Catherine M. *Design for environment: a method for formulating product end-of-life strategies*. Doctorate Thesis. Department of Mechanical Engineering, Stanford University, 2000. 175 f.

SCHMIDT-BLEEK, F., BRINGEZU, S., HINTERBERGER, F., LIEDTKE, C., SPANGENBERG, J., STILLER, H. e WELFENS, J. *Introduction to Material Input Analysis*. Berlim: Birkhauser, 1998.

SOUZA, Paulo F. de A. Design orientado ao ambiente: uma questão de prioridade. In *Anais do Congresso P&D Design 2002*, 1º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília, 2002.

SOUZA, Paulo F. de A.; PEREIRA, Hernane B. de B. Design for sustainability: methods in search for a better harmony between industry and nature. In *Anais do Techné Design Wisdom*, 5<sup>th</sup> European Academy of Design Conference. Barcelona, 2003.

SOUZA, Paulo F. de A.; SANTOS, Maria C. Loschiavo. Changing design education in Brazil: sustainable design and social responsibility – towards ethical and social decisions within the design process. In: *Visions of Possible Worlds – scenarios and proposals for sustainability: a new social role for designers and design schools*, 2003, Milão, 2003.

SPANGENBERG, Joachim H.; BONNIOT, Odile. Sustainability indicators – a compass on the road towards sustainability. *Wuppertal Papers*, n. 81, February, 1998.

TISCHNER, Ursula. Umweltrelevante Produkteigenschaften und deren Berücksichtigung im Gestaltungsprozess. *Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie*. Koeln, 1996.