

# INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUSTENTABILIDADE: POSSÍVEIS FERRAMENTAS PARA UMA NECESSÁRIA INTERFACE

Eloy Fassi Casagrande Jr, PhD <sup>1</sup>

## 1. Nossa crise social e nossa “pegada ecológica”

Embora o pensamento cartesiano tenha impulsionado o progresso da ciência e da tecnologia como a conhecemos hoje, os ecossistemas naturais têm pagado um alto preço por esta evolução. Desde então desenvolver e conservar têm sido um dos maiores paradoxos com a qual a humanidade tem de conviver. A degradação ambiental sem fronteiras iniciada a partir da Revolução Industrial do Século XVIII, e acentuada com o advento da globalização no Século XX, levou a fortes questionamentos no início dos anos 60. Desde então, o modelo econômico vigente e seus negativos impactos sociais e ambientais vem sendo apontados por especialistas atuantes em diversas áreas. No notório relato dos anos 70, dos cientistas que compunham o Clube de Roma, a relação entre consumo desenfreado dos recursos naturais, crescimento demográfico e degradação ambiental era denunciada no próprio título do trabalho: *The Limits to Growth* - Os Limites do Crescimento (MEADOWS et al, 1978).

Em várias partes do mundo vem crescendo o uso do conceito elaborado por acadêmicos canadenses conhecido como “pegada ecológica” (*ecological footprint*) que avalia a capacidade ecológica necessária para sustentar o consumo de produtos e estilos de vida. Calcula-se uma pegada ecológica somando fluxos de material e energia requeridos para sustentar qualquer economia ou segmento da economia. Tais fluxos são então convertidos em medidas padrão da produção que se exige das regiões de terra e água. Pegada é a superfície total da terra necessária para sustentar determinada atividade ou um produto (WACKERNAGEL e REES, 1995).

O relatório do WWF (Fundo Mundial para a Natureza) sobre a pegada de hoje da humanidade oferece um flagrante dos ecossistemas críticos dos quais dependemos e uma medida do nosso uso coletivo dos recursos naturais renováveis tais como terra cultivável, pastagens,

.....  
<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, PPGTE – CEFET-PR. Tel: 41 310-4719, e-mail: fassi@ppgte.cefetpr.br

florestas, sítios de pesca e assim por diante.

Uma espécie de “tabela de cálculo” da WWF (2002) determina o total de terra e águas marítimas produtivas em cerca de 11,3 bilhões de hectares. Dividindo isso por 6 bilhões (a atual população mundial) temos o número mágico de 1,9 hectare por pessoa. Tendo processado uma enorme quantidade de dados de todo o mundo, o índice médio de uso para 1999 resultou em 2,3 hectares por pessoa – 20% acima da capacidade biológica básica da Terra de 1,9 hectare por pessoa. Avançando para 2050, quando a população projetada deve ser de cerca de 9 bilhões de pessoas, o uso médio deve subir para aproximadamente 3,9 hectares por pessoa – um déficit ecológico equivalente a um planeta Terra inteiro.

Aliado a isto se vê um processo de globalização que acelerou o aumento da pobreza mundial e suas conseqüências como deterioração da saúde e da dignidade humana. Esta não tem trazido à maioria dos trabalhadores uma melhor qualidade de vida, ao contrário, tem colaborado para o aumento de maior concentração de renda entre os mais ricos em detrimento da diminuição de renda entre os mais pobres. A despeito da economia mundial ter produzido quase US\$ 41 trilhões em bens e serviços durante 1999, 45 por cento da receita ficou para os 12 por cento da população mundial que vive nos países industrializados do ocidente. Apesar de haver mais riqueza circulando, hoje há mais pessoas vivendo com menos de 1 dólar americano ou menos por dia do que anteriormente, principalmente na América Latina, África e Europa Oriental.

Países como o Brasil, onde a erradicação da pobreza é um dos grandes desafios do atual governo federal, observa-se um quadro bastante preocupante. Com 82% da população vivendo em cidades, tem-se hoje 16.433 favelas cadastradas, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE de 2001. De 1999 a 2001, o número de domicílios em favelas cresceu de 900 mil para mais de 2,3 milhões. A pesquisa também revela que 77,8% dos municípios não tem conselhos de meio ambiente, 93,45 não possui nenhuma espécie de fundos de meio ambiente e em 86,4% não há legislação sobre áreas de interesse especial (Retratos do Brasil, 2003).

## **2. O Desafio para implantar-se a Sustentabilidade**

A partir dos anos 80 o termo “ecodesenvolvimento” e “desenvolvimento sustentável”, se convergem nas suas propostas, apontando para a necessidade do equilíbrio entre o ambiental, o social e o econômico. No entanto, das conferências científicas internacionais aos grandes encontros de chefes de Estado (em grande parte, patrocinados

pela Organização das Nações Unidas – ONU) enfrenta-se a dificuldade de se conceituar e implantar a almejada sustentabilidade. Enquanto que países desenvolvidos colocam o ênfase da sustentabilidade na questão ambiental, vemos a preocupação de países em desenvolvimento em incluir também a questão sócio-econômica.

Em fato, a sustentabilidade sócio-ambiental somente poderá ocorrer quando implantar-se ações sistêmicas capazes de transformar modelos *tecno-econômicos* cartesianos em resoluções que promovam real qualidade de vida as atuais e futuras gerações, respeitando nossas diversidades culturais e potencializando nossas características regionais. Necessita-se colocar o direito a um ambiente saudável no mesmo nível de direito ao acesso a renda, saúde, habitação, educação e lazer.

É importante ressaltar que, mesmo antes do termo “desenvolvimento sustentável” entrar na agenda da política internacional, a obra crítica do economista E. F. Schumacher (1973) em *Small is Beautiful*, já defendia “uma tecnologia com face humana”, isto é, uma tecnologia que pudesse ser intermediária (*intermediate technology*), contrária a uma tecnologia automatizada de larga escala, controlada por grandes organizações e de alto custo financeiro e alto impacto ambiental. Para Schumacher, esta tecnologia além de não ser compatível com as necessidades básicas do ser humano, tornando-o um escravo da máquina, também era altamente consumidora de recursos materiais e energéticos. Cunhada como “Tecnologia Apropriada”, esta apresenta uma mudança de enfoque do “serviço da ciência” para a sociedade, onde transformações culturais, sociais e políticas ocorrem para implantarem-se condições para uma produção local com recursos locais e participação direta de uma comunidade, sem a relação de hierarquia que caracteriza a chamada “tecnologia de ponta”.

### **3. Inovação Tecnológica e Design versus Sustentabilidade**

Inovações representam esperança, novidade, desafio para alguns poucos e medo, risco, insegurança, perigo e instabilidade para a maioria. Inovação tecnológica é elemento gerador de mudanças que não se relaciona apenas com questões de ordem técnico-científica, mas apresentam também dimensões de ordem política, econômica e sócio-cultural. Para a introdução de produtos ou serviços novos necessita-se ser criativo, paradigmático, experimentalista, sistêmico, interdisciplinar, insatisfeito e ousado por natureza. Inovação tecnológica e design se confundem à medida que estes buscam trabalhar sobre processos e produtos na construção de um diálogo entre tecnologia e sociedade, tendo como base o processo criativo humano.

No entanto, a inovação tecnológica dentro do modelo capitalista tem sido vista exclusivamente pelo prisma da nossa sociedade globalizada atrelada ao círculo vicioso da economia ortodoxa: produção → consumo → crescimento econômico. A globalização estimula o super-consumo e gera pressões sobre os recursos naturais sem contabilizar os custos sociais e ambientais da produção. As diretrizes que norteiam os investimentos em design, inovação e marketing (uso intensivo da mídia falada e escrita) tem como objetivo principal o aumento de vendas de produtos, ou o estímulo ao consumo, baseado, muitas vezes, naquilo que não nos serve. Pessoas compram coisas, sem as quais viviam muito bem, induzidas por intensas e sofisticadas campanhas de publicidade para aumentar o lucro daqueles que monopolizam o capital.

Hoje, na divisão de uso e acesso à tecnologia se observa as conseqüências do modelo predominante, onde os países mais desenvolvidos -- EUA, Japão, Europa Ocidental, Canadá e Austrália --, têm, juntos, 15% da população mundial, mas consomem 61% do alumínio, 59% do cobre e 49% do aço (WWI, 2004). De acordo com Molly O. Sheehan, co-autora da publicação 'Sinais Vitais' do Worldwatch Institute, "a minoria rica é responsável, em grande parte, pelo consumo excessivo que impulsiona o declínio ambiental" (WWI, 2000).

Este quadro nos leva a concordar com Thiollent (1994) para quem a inovação tecnológica deveria tratar de introduzir a melhor técnica ou forma de organização no contexto produtivo, com efeitos positivos avaliados não somente por meio de critérios de rentabilidade econômica, mas também por critérios sociais e ambientais.

Também não podemos deixar de incluir neste processo uma visão crítica da Educação Tecnológica praticada em muitos países, incluindo o Brasil. Para Bastos (1998) a Educação Tecnológica é um importante instrumento para uma revisão profunda do papel da técnica nas sociedades industrializadas e dos agentes de inovação tecnológica:

*“As técnicas não são boas só porque funcionam bem. As técnicas podem ser perfeitamente aplicadas, mas se transformarem em algo nefasto para o cidadão e a sociedade. A técnica considerada apenas como técnica é uma dimensão pobre e ultrapassada, pois nem sempre é exato e verdadeiro. Portanto, o papel do cidadão é questionar a técnica. É de reunir o conjunto de meios para atingir um fim razoável em benefício da sociedade. As questões do “porquê”, “como” e “para quem” são sempre oportunas e necessárias.”*

Inovar em países em desenvolvimento não é uma tarefa fácil.

Quando Rocha (1997) analisa as dificuldades de promover a inovação tecnológica no Brasil, propõe a realização de uma prospecção tecnológica a fim de definir “tecnologias-chaves” para o país, tanto para explorar novas oportunidades quanto para atender aos requisitos atuais de capacitação tecnológica.

Não há dúvidas que as oportunidades de desenvolver novas tecnologias são grandes em um país que necessita de soluções tecnológicas apropriadas para resolver seus problemas de tratamento de lixo adequado e saneamento básico, inexistentes em mais de 70% de seus municípios, sem contar a necessidade de desenvolvermos novas fontes de energia, que sejam ao mesmo tempo eficientes, menos agressivas ao meio ambiente e renováveis.

No Brasil, ainda pouco se faz em pró do potencial da biotecnologia. Maiores incentivos a pesquisas científicas podem transformar elementos da nossa rica biodiversidade em produtos de mercado, em áreas como de medicamentos, alimentos, cosméticos, fertilizantes, pesticidas e solventes naturais.

Segundo a organização-não-governamental americana *Conservation International*, dos 17 países mais ricos em biodiversidade do mundo, o Brasil está em primeiro lugar com 23% do total de espécies do planeta. Apenas na Amazônia, são encontradas mais 20.000 espécies endêmicas, enquanto o México têm cerca de 3.000, a Alemanha, 19 e a Suíça, apenas uma planta. Há uma pesquisa sendo conduzida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Aplicadas (IPEA) e do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) que tenta calcular o valor aproximado patrimonial da biodiversidade brasileira. Uma estimativa preliminar calcula que este chegue a 2 trilhões de dólares --- 4 vezes o produto interno bruto do país (ARNT, 2001). O impulso a esta “bio-economia” aliada a medidas de proteção ao conhecimento das populações tradicionais e indígenas, conhecedores de plantas e fungos que podem vir a ser tornar produtos de mercado, pode gerar renda e reduzir a miséria dos povos da floresta.

#### **4. Os desvios do design**

A origem do design, como o conhecemos hoje, confunde-se com o início da Revolução Industrial e tem estado comprometido desde então com o aumento constante da produtividade defendida pelas economias industriais. Em sua maioria, os designers na sua ‘atividade de criação’, foram treinados para buscar a integração de fatores funcionais, culturais, tecnológicos e econômicos, tendo como foco o aumento de vendas e de lucro. Assim os produtos são desenvolvidos apenas para se adequarem às

exigências estético-culturais e condições técnico-econômicas da produção industrial de uma sociedade. Bonsiepe (1978) demonstra como os projetos de produtos, em geral, resultam em impacto ambiental:

1. Destruição de recursos naturais em geral;
2. Exaustão, em particular, dos recursos naturais explorados por mineração;
3. Produção de resíduos resultantes do processo de manufatura;
4. Produção de excesso de embalagens;
5. Produção de resíduos resultantes do uso do produto e;
6. Produção de resíduos resultantes de descarte, pós-uso do produto.

Poucos têm sido os críticos de como o design se desenvolveu em nossa sociedade industrializada, tão desvinculado do entendimento das necessidades humanas básicas, como do funcionamento dos ecossistemas naturais. Para o educador na área de design John Wood (1990), o estilo e a imagem têm sempre predominado sobre durabilidade e a eficiência. O processo de globalização desvirtuou o forma como o design havia sido concebido na Escola de Bauhaus, na Alemanha, no início do século 20, onde a idéia era de casar a arte e a indústria, promovendo uma harmoniosa relação entre os fundamentos estéticos do design e da arquitetura moderna com a linha de montagem industrial.

Para Duarte Jr (1998), o desenho industrial ou *design*, acabou por se tornar um instrumento para a consecução do oposto ao pretendido por seus idealizadores originais, convertendo-se não num elemento de sensibilidade dos consumidores, e sim num fator de deseducação sensível, na medida que se impõe um padrão esteticamente neutro, desprovido de valores e expressões culturais. Isto provoca a *desidentificação* entre usuário e o produto, além da ausência de vínculos que não sejam exclusivamente utilitários e funcionais, facilitando assim a descartabilidade do objeto.

Entre aqueles que também reconhecem o impacto muitas vezes negativo da atividade do design na área social, cultural e ambiental está o designer, educador e ambientalista Victor Papanek, que publicou em 1971, *Design for the Real World – Human Ecology and Social Change*, onde ele defende um design socialmente e moralmente mais responsável. Já em *The Green Imperative - Ecology and Ethics in Design and Architecture* (Papanek, 1995), apresenta uma visão diferenciada de como poderia ser o papel do design e do designer na transformação de uma sociedade “industrial-destruidora” para uma “ecológica-responsável”. Ao declarar que

*Nothing Big Works - Ever!*, Papanek aproxima-se da mesma filosofia da Tecnologia Apropriada de Ernest Schumacher, quando apresenta suas idéias de um design voltado para a escala humana. Em uma polêmica afirmação que causou ataques da classe de colegas designers, Papanek (1984) declarava:

*“Today, the industrial designer has put murder on a mass-production basis. By designing criminally unsafe automobiles that kill or maim nearly one million people around the world each year, by creating whole new species of permanent garbage to clutter up the landscape, and by choosing materials and processes that pollute the air we breathe, designers have become a dangerous breed...”*

## **5. Uma nova dimensão para o design e a indústria**

Antes que a metodologia de Análise de Ciclo de Vida – ACV de um produto se tornasse popular, Papanek, apontava para a complexidade da emissão de poluição através do produto. Nele ele cita as sete principais parâmetros:

1. Destruição de recursos naturais não renováveis;
2. A mineração/extração deste produtos geram poluição;
3. A processo de produção gera mais poluição;
4. Este mesmo processo provoca alienação do trabalhador;
5. Embalagem (uma repetição das fases de 1 a 4);
6. O uso do produto gera mais poluição e alienação do usuário;
7. Finalmente, o descarte é mais uma fonte de poluição.

Para o professor de design do Politécnico de Milão, Ezio Manzini (1992), o design é instrumento para a conexão do que é possível no campo das tecnologias limpas com aquilo que é culturalmente desejável no campo da crescente preocupação com o meio ambiente. Com essa capacidade de perceber e interpretar potenciais técnicos e expectativas sociais e projetá-los em novas soluções, o design pode, por conseguinte, acelerar positivamente a mudança de processos de produção e consumo.

Se faz necessária uma estratégia para unir design e sustentabilidade através da implantação de Ciclo de Vida dos Produtos (*Lyfe Cicle Design - LCD*) e das estratégias “projetuais” (de design) para a integração dos requisitos ambientais nas fases de desenvolvimento do produto. A estratégia sistêmica do LCD, de Manzini e Vezzoli (2002) incorpora:

1. Minimização de recursos: Reduzir o uso de materiais e de

energia;

2. Escolha de recursos e processos de baixo impacto ambiental: Selecionando os materiais, os processos e as fontes energéticas de maior ecocompatibilidade;
3. Otimização da vida dos produtos: Projetar artefatos que perdurem;
4. Extensão da vida dos materiais: Projetar em função da valorização (reaplicação) dos materiais descartados;
5. Facilidade de desmontagem: Projetar em função de separação das partes dos materiais.

Esta estratégia não se justifica somente pela preocupação ambiental, mas também econômica, uma vez que a redução de materiais e energia salvam dinheiro. Por outro lado quando minimiza-se ou elimina-se resíduos, também economiza-se na coleta, tratamento e transporte deste. Além do fato de que hoje já não é mais possível ignorar a agregação de valor que um produto sustentável representa para uma estratégia de competitividade empresarial.

Um novo modelo de produção pode ser implantado quando a proposta de um design de baixo impacto ambiental se alia a da ecologia industrial. Esta não é somente uma “ecoindústria”, sinal da preocupação da indústria com a proteção do meio ambiente. Também não são os produtos “verdes” ou a reciclagem parcial dos detritos. Mas sim a reconfiguração completa dos processos industriais, desde a regulação dos fluxos de energia, matérias primas e produtos a partir da reutilização racional dos detritos (ROSNEY, 1997).

Existe aproximadamente 30 Parques Eco-industriais (*eco-industrial parks*) em vários estágios de implantação no mundo e estes são definidos como “ecossistemas industriais” onde o consumo de energia e materiais são otimizados e os efluentes/resíduos de um processo servem como matéria-prima para outro processo. Funcionam como uma comunidade de negócios que opera em forma de cooperativa buscando a eficiência de informação, materiais, água, energia, infraestrutura e habitat natural, levando a ganhos econômicos, sociais e ambientais.

O primeiro Parque Eco-industrial foi implantado nos anos 80 em Kalundborg, na Dinamarca. Estima-se que Kalundborg recebeu um investimento privado inicial de US\$60 milhões e gerou US\$120 milhões em 5 anos. Nos últimos 15 anos seu modelo proporcionou a redução de 19 mil ton. de petróleo, 30 mil ton. de carvão, 600 mil m<sup>3</sup> de água, assim como uma redução de carbono na ordem de 130 mil ton (NUA, 2003).



## **6. A busca de um caminho sustentável para o *design* brasileiro**

Algumas iniciativas institucionais e profissionais de estabelecer-se uma ligação entre design e a questão ambiental vêm acontecendo nos últimos anos no Brasil. Grande parte delas está centrada na questão do uso da madeira no setor moveleiro, preocupadas principalmente com o retirada ilegal e sem controle de madeira da Floresta Amazônica e com o desperdício que ocorre neste setor.

Partindo do princípio de que a diversidade da floresta tropical é uma vantagem, pois possibilita encontrar a matéria prima adequada para aplicações específicas, o Laboratório de Produtos Florestais – LPF, do IBAMA, vem trabalhando em um modelo onde, esta diversidade reflita no produto e, neste caso específico, nos móveis de madeira produtiva no País. Após ter selecionado 22 espécies de manejo sustentável pouco conhecidas do produtor e consumidor de móveis, o LPF estabeleceu parcerias com instituições de ensino e de fomento, que atuaram na ponte com designers, a fim de que novos produtos fossem desenvolvidos. Numa fase posterior, exposições itinerantes de design pelo país – intitulado DESIGN E NATUREZA e o estímulo em concursos nacionais tem sido a forma de demonstrar ao mercado e ao público os resultados possíveis e chamar a atenção para o aspecto da ecologia para conscientização.

Outro exemplo prático está acontecendo também permite que móveis e materiais da construção civil cheguem ao mercado de consumo sustentável. O Conselho Brasileiro de Manejo Florestal, entidade não governamental formada por várias instituições ambientalistas desde 2001, certifica com o selo FSC (Forest Stewardship Council), reconhecido internacionalmente, através empresas certificadoras brasileiras privadas, os procedimentos ecológicamente corretos, entre eles o manejo florestal sustentável, a responsabilidade social e a tecnologia limpa, e está modificando os padrões de uso e consumo dos recursos naturais deste segmento.

Algumas práticas sustentáveis também são incentivadas através de concursos patrocinados pela Confederação Nacional da Indústria – CNI (Prêmio Gestão do Design Ecológico: iniciativas que estimulem processos ambientalmente sustentáveis) e da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP (Prêmio Ecodesign - estimula o uso de princípios ecológicos e tecnologias limpas no design de produtos, de embalagens e gráfico, como uma forma de competitividade. (FIESP, 2003; CNI, 2003). No entanto, apesar do mérito das iniciativas, esta ainda são insuficientes para induzir o design e a inovação para a sustentabilidade. Na sua maioria, os designers brasileiros,

desenvolvem seus projetos dentro do paradigma do custo (apenas econômico e não ambiental), da estética e das tendências do mercado. Conforme demonstrou a pesquisa feita com 12 dos designers mais atuantes no mercado moveleiro do Estado do Paraná e Santa Catarina, na sua maioria, estes não compreendem o termo sustentabilidade, apresentando definições pouco aprofundadas e confusas, sem a noção que este conceito ultrapassa pressupostos já definidos no saber fazer ecodesign. A pesquisa também demonstra que mesmo que o conceito estivesse incorporado, estes profissionais declaram-se limitados para tomarem decisões diante das regras do mercado que impõem posturas como a de seguir tendências e reduzir os custos de produção (CHAVES, 2002).

## **7. Arranjos Produtivos Locais Sustentáveis: Redesenhando cidades**

Até o momento, os arranjos produtivos têm sido estudados na ótica de uma mudança estrutural, baseados em um aumento da flexibilização, favorecendo a desintegração vertical e um aumento da proximidade espacial. Estes arranjos pós-fordistas, fundamentado principalmente nas tecnologias de informação, geraram novos espaços industriais, caracterizados pela aglomeração das tecnopólis, sendo que a proximidade espacial é citada como uma condição necessária para existência da sinergia, devido a capacidade de interação entre os agentes, pelo aumento dos chamados “meios de inovação” (CASTELLS, 1999).

Para Schmitz e Nadiv (1999) arranjos produtivos locais devem ser implantados de forma cooperativa para potencializar o uso sustentável de um capital natural disponível a favor do desenvolvimento. Esse conceito compara-se àquele de *cluster* quanto a relevância que ambos dão a capacitação social, porém este ainda não considera o impacto ambiental das atividades. No novo modelo brasileiro, o aspecto mais valorizado seria o da cooperação e do aprendizado voltados para a inovação tecnológica sustentável. Neste modelo, a extração da matéria-prima, o transporte, a produção, a distribuição e a comercialização do produto estaria fundamentada em princípios ecológicos que seriam acompanhados de um selo eco-social.

Ao desenharmos estratégias de desenvolvimento através de um design ecológico e de um processo de inovação tecnológica que não exclua a questão sócio-ambiental, também devemos repensar a criação de parques tecnológicos ou dos arranjos produtivos locais, alinhando estes as diretrizes das cidades sustentáveis, que faz parte da AGENDA 21 brasileira, e seus quatro princípios para se alcançar a sustentabilidade

urbana (MMA, 2004):

1. Aperfeiçoar a regulamentação do uso e da ocupação do solo urbano e promover o ordenamento do território, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população, considerando a promoção da equidade, a eficiência e a qualidade ambiental;
2. Promover o desenvolvimento institucional e o fortalecimento da capacidade de planejamento e de gestão democrática da cidade, incorporando no processo a dimensão ambiental urbana e assegurando a efetiva participação da comunidade;
3. Promover mudanças nos padrões de produção e consumo da cidade, reduzindo custos e desperdícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis;
4. Desenvolver e estimular a aplicação de instrumentos econômicos no gerenciamento dos recursos naturais visando à sustentabilidade urbana.

Basicamente o que se propõe é promover a implantação de *Arranjos Produtivos Locais Sustentáveis* que também promova políticas urbanas sustentáveis onde ocorra a interface entre sustentabilidade e educação formal e informal, sustentabilidade e inclusão social, sustentabilidade e produtividade, sustentabilidade e valores culturais, sustentabilidade e mercado.

A nova proposta que aqui se apresenta para um país como o Brasil, procura unificar a idéia de economia solidária com metodologias para práticas sustentáveis, descritas em quatro publicações:

- 1) *Capitalismo Natural* – Criando a Próxima Revolução Industrial (HAWKEN ET AL, 1999);
- 2) *The Natural Step* (TNS) – A História de uma Revolução Silenciosa (ROBERT, 2002);
- 3) Gerenciamento Ecológico – *Ecomanagement* – Guia do Instituto Elmewood de Auditoria Ecológica e Negócios Sustentáveis (CALLENBACH ET AL, 1993);
- 4) *Upsizing* – Como gerar mais renda, criar mais postos de trabalho e eliminar poluição (ZERI – *Zero Emissions Research Initiatives*) (PAULI, 1997).

O que norteia os princípios, as metodologias e os casos de sucesso encontrados nestes quatro trabalhos é o pensamento sistêmico. Aqui os problemas são vistos de forma integrada e interdependente, onde sua compreensão e solução requerem uma abordagem sistêmica ou ecológica.

A seguir demonstra-se a base de suas propostas:

1) O *Capitalismo Natural* se contrapõe ao capitalismo tradicional ao atribuir valor monetário ao estoque de capital: os recursos naturais e os serviços dos ecossistemas que possibilitam toda atividade econômica e a própria vida. Advoga a produtividade dos recursos e apresenta diretrizes para fazer mais com menos, retirando até cem vezes mais benefício de cada unidade de energia ou de material consumido. Aqui a indústria é redesenhada, onde predominam modelos biológicos, o melhor do *design* contemporâneo e o desperdício zero. É uma estratégia empresarial que faz com a economia passe da aquisição episódica de bens para o fluxo contínuo de valor e serviço, garantindo a conservação e a expansão dos estoques existentes de capital natural;

2) **The Natural Step** (TNS) é uma estrutura de referência para planejamento estratégico, considerando o sucesso futuro – a sustentabilidade social e ecológica – como o seu ponto de partida. É uma ONG que iniciou suas atividades em 1989, na Suécia, a partir da definição de quatro condições sistêmicas essenciais para a manutenção da vida na Terra. Seu sucesso está no desenvolvimento de uma metodologia ecológica inteligente para aplicação em empresas, sem que estas percam a competitividade, e, no entanto, sejam agentes de uma sociedade sustentável. Está representada em mais de 10 países e tem várias empresas que se utilizam sua metodologia, como por ex: a *IKEA*, *Nike*, *Bank of America*, *Toyota Austrália*, *Panasonic/Matsushita*, *Starbucks*, *Standic Hotel*, entre outras.

3) **Ecomanagement** é uma ferramenta desenvolvida pelo Instituto Elmwood, fundado em 1984, nos Estados Unidos, por Fritjof Capra, que mostra a empresas de como fazerem uma revisão meticulosa das suas operações dentro da perspectiva da ecologia profunda, diferente da ecologia superficial. Ao contrário da ‘auditoria de cumprimento’, o gerenciamento ecológico propõe uma ‘eco-auditoria’ – um exame completo de uma organização, do ponto de vista de sua sustentabilidade ecológica a longo prazo. A administração sistêmica proposta por Capra e seus colegas, sai do foco exclusivamente econômico da administração tradicional, para administração de mudança de valores dentro de um novo paradigma. Isto é, passando da expansão para a conservação, da quantidade para a qualidade, da dominação para a parceria.

4) Em *Upsizing* (Metodologia ZERI) é descrito um programa da

Universidade das Nações Unidas - UNU e da Fundação ZERI, em Genebra, Suíça, que preconiza uma abordagem ambientalmente sustentável para a satisfação das necessidades humanas por água, alimentação, energia, empregos, habitação, entre outras, utilizando-se da aplicação da ciência e da tecnologia, envolvendo governo, empresários e a academia. O conceito de Emissão Zero foi definido da seguinte forma: a) Nenhum resíduo líquido, gasoso ou sólido; b) Todos os inputs são utilizados na produção; c) Quando ocorre resíduo, este é utilizado por outras indústrias, na criação de valor agregado. O ZERI estabeleceu uma rede de cientistas pelo mundo que se baseia no pensamento sistêmico para solucionar os problemas de resíduos, aumentando produtividade e gerando postos de trabalho.

A proposta também vai de encontro a política atual do governo federal preocupado com a desigualdade social e a concentração de renda e parte do princípio de que estas ferramentas já foram experimentadas com sucesso em países do primeiro mundo para a prática sustentável empresarial e que poderiam se adaptar a realidade brasileira. Sendo que também vai de encontro ao PPA (Plano Plurianual) 2004-2007, que tem como Estratégia de Desenvolvimento de Longo Prazo: (1) a inclusão social e a desconcentração de renda com vigoroso crescimento do produto e do emprego; (2) o crescimento ambientalmente sustentável, redutor das disparidades regionais, dinamizado pelo mercado de consumo de massa, por investimentos e por elevação da produtividade; (3) a redução da vulnerabilidade externa por meio da expansão das atividades competitivas que viabilizam esse crescimento sustentado; e (4) o fortalecimento da cidadania e da democracia.

## **8. Referências Bibliográficas**

Arnt, Ricardo. *Tesouro Verde*. Exame. São Paulo: Abril, Edição 739, Ano 35, nº 9, 2/maio/2001.

Chaves, L. I. *Parâmetros ambientais no planejamento de móveis seriados de madeira de acordo com relatos de designers*. Dissertação de mestrado defendida no Programa de Pós-graduação em Tecnologia – PPGTE, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba. P 138, 2002.

Bastos, J. A. S. L. A. *O papel dos Centros Tecnológicos*. In: Coletânea Tecnologia & Interação. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR, p 124. 1998.

- Callenbach, E.; Capra, F.; Goldman, L. *Gerenciamento Ecológico (EcoManagement)*. São Paulo: Cultrix / Amana Key, 1993.
- Castells, Manuel. *A Sociedade em Rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CNI - Prêmio Design. *Confederação Nacional da Indústria – CNI*. <http://www.cni.org.br> - Acessado em 09/06/2003.
- Duarte Jr., J. F. *Itinerário de uma Crise: A Modernidade*. Curitiba: Editora UFPR – Universidade Federal do Paraná, 1997.
- FIESP. Produtos Ecoeficientes. *Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP*. <http://www.fiesp.com.br> – Acessado em 09/06/2003.
- Hawken, P., Lovins, A., Lovins, L. H. *Capitalismo Natural*. São Paulo: Cultrix - Amana-Key, 1999.
- Manzini, E. *Limites e possibilidades do ecodesign*. São Paulo: *Design & Interiores*. Ano 4, n° 22, 1992.
- Manzini, E.; Vezzoli, C. *O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis – Os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: EDUSP, 368 p., 2002
- Meadows, H. D.; Meadows, L. D; Randers, J. *Os Limites do Crescimento*. São Paulo: Perspectiva, 1978.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. *Cidades Sustentáveis, Agenda 21*. Brasília: <http://www.mma.gov.br>. Acessado em 20/05/2004.
- NUA – New Urban Agenda. Eco-Industrial parks: An Industrial Development Strategy for the 21<sup>st</sup> Century. *Green Roofs*: <http://www.greenroofs.ca/nua/ies/ies03.html>. Acessado em 20/10/2003.
- Papanek, V. *Design for the Real World – Human Ecology and Social Change*. London: Thames and Hudson. Second Edition Completely Revised, 1984.
- Papanek, V. *The Green Imperative - Ecology and Ethics in Design and Architecture*. London: Thames and Hudson, 1995.
- Pauli, G. *Upsizing – Como gerar mais renda, criar mais postos de trabalho e eliminar poluição*. Porto Alegre: L&PM e Fundação ZERI Brasil, 1998.
- Rocha, I. Prefácio. *Revista Educação & Tecnologia*. Programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFET's – PR/MG/RJ. Ano 1, Dezembro, Curitiba: CEFET-PR, 1997.
- Schumaker, E. F. *Small is Beautiful*. London: Blond & Bridges Ltd, 1973.
- Retratos do Brasil. *Cidades do Brasil*: Curitiba: Editora e Revista Cidades do Brasil, Ano IV, N 46, Novembro 2003.
- Robèrt, Karl-Henrik, *The Natural Step*. São Paulo: Cultrix / Amana-Key / Willis

- Harman House, 2002.
- Rosnay, Joël de. *O homem simbiótico: perspectivas para o terceiro milênio*. Petrópolis: Vozes, 1997.
- Schmitz, H. and Nadvi, K. Clustering and Industrialization: Introduction. *World Development* (27) 9: 1503-1514, 1999.
- Thiollent, M. Pesquisa e extensão para o desenvolvimento tecnológico em contexto local. *Anais da III Conferência Interamericana de Educação em Engenharia e Tecnologia*, Brasil, 1994.
- Wackernagel, M. e Rees, W. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. BC Canadá: New Society Publishers, Gabriola Island, 1995.
- WWF – Fundo Mundial para a Natureza. *Living Planet Report 2002*. Londres: World Wide Fund for Nature International (WWF), 2002.
- WWI- Worldwatch Institute. *Sinais Vitais 2000: As Tendências Ambientais que Determinarão Nosso Futuro*. <http://www.wwi.org.br> - Acessado em 09/06/2003.
- WWI - Worldwatch Institute / UMA -Universidade Livre da Mata Atlântica. Acessado em 10/02/2004.