

ARTIGO Nº9

BASES CONCEITUAIS PARA PROJETOS SUSTENTÁVEIS E BIOFÍLICOS

Conceptual basis for sustainable and biophilic designs

Evandro de Castro Sanguineto

BASES CONCEITUAIS PARA PROJETOS SUSTENTÁVEIS E BIOFÍLICOS

Evandro de Castro Sanguinetto

Biólogo (Licenciatura), Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, MSc em Ciências do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Vice-Presidente do Circuito Turístico Caminhos do Sul de Minas - CTCSM e Conselheiro do Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Sapucaí - CBH-Sapucaí.

E-mails: evandro@gaiaterranova.com.br e evandrosanguinetto@hotmail.com

Resumo

A visão herdada de *design* e projeto baseados em conceitos mecânicos, lineares, reducionistas, cartesianos, já não responde à complexidade e necessidades atuais e não tem como solucionar os problemas criados por sua implementação ao longo dos últimos poucos séculos. Uma nova visão emerge, trazendo soluções e orientando as velhas concepções para um *design* e projeto mais leves, complexos, multiescalares, includentes, incorporadores de conhecimentos desenvolvidos, testados e aprovados pela vida planetária ao longo de seus quase 4 bilhões de anos no planeta. Mudanças climáticas, destruição de espécies animais e vegetais, desperdícios de materiais e energia, poluição e contaminação de solos, ar, água, aumento das disparidades entre ricos e pobres, desertificação crescente, diminuição da qualidade das águas em escala global e de quantidade em escalas menores, dentre outros, são apenas sintomas de um *design* que já não responde aos nossos tempos. Fazer diferente torna-se um imperativo e para isso é preciso pensar, conceber, visualizar, sonhar, estabelecer relações e realizar diferente. Este artigo propõe refletirmos e avaliarmos algumas alternativas a serem incorporadas ao *design* e planejamento multiescalares de modo a nos aproximarmos da construção de uma sociedade sustentável e biofílica.

Palavras-chave: vida, sustentabilidade, *design* biofílico, *design* ecológico, projeto sustentável, mudanças climáticas.

CONCEPTUAL BASIS FOR SUSTAINABLE AND BIOPHILIC DESIGNS

Abstract

The inherited vision of design and projects based on mechanic, linear, reductionist and Cartesian concepts no longer meets the needs of current complexity and demands; neither solves problems caused by its implementation throughout the last few centuries. A new line of vision arises, proposing solutions and offering guidelines to old concepts for a lighter, complex and multiscale design incorporating knowledge already acquired, tested and approved by planetary life through its nearly 4 billion years. Climate change, extinction of animal and vegetable species, waste of material and energy, pollution and contamination of soil, air, water, increase of disparities between the rich and the poor, galloping desertification, decrease of water quality and quantity worldwide and locally, among others, are only indications of a design that does not cope with our times. Being different is crucial and to do so we have to think, conceive, visualize and dream differently, therefore establishing relationships and performing accordingly. This paper aims at a reflection and evaluation of alternatives to be incorporated to design and multiscale planning with a view to approach us to the development of a sustainable and biophilic society.

Key words: life, sustainability, biophilic design, ecological design, sustainable project, climate change.

VIDA, SUSTENTABILIDADE E DESIGN

Atualmente muitos projetistas tendem a conceber o meio ambiente como uma zona exclusivamente física e espacial, omitindo quaisquer considerações sobre os componentes biológicos do ecossistema do terreno sobre o qual se projeta, como a transformação, circulação e acumulação de matéria e energia pela intervenção de organismos vivos e processos físico-químico naturais. Na biosfera, o fluxo de matéria e energia tende a ser cíclico, trazendo amplas consequências ao projeto, uma vez que toda edificação se faz com matéria e energia retiradas do ambiente, reorganizadas de acordo com o pretendido e, posteriormente, descartadas ao término de sua vida útil. Ciclos dentro de ciclos formando redes de interações entre seres vivos e ambiente natural deveriam ser considerados nos projetos, já que o ambiente construído passa a ser

parte do ambiente natural modificado, estabelecendo entre ambos múltiplas relações de interdependência. O acesso e permanência de pessoas no ambiente construído gera demandas constantes de matéria e energia, supridas por infraestruturas (vias de acesso, saneamento, energia, comunicação, *etc.*) que interagem com o ecossistema de em torno, que por sua vez interagem com a bacia hidrográfica mais próxima e desta com outras bacias, ecossistemas, biomas e biosfera. O projeto demanda, então, uma visão holista e global da gestão de recursos materiais e energéticos, que inicia com os impactos de implantação, segue ao longo de toda vida útil das estruturas construídas e inclui sua demolição, ciclagem, reaproveitamento ou disposição no ambiente e/ou áreas controladas (YEANG, 2007).

Ao tecerem a teoria da autopoiese, Maturana e Varela (2001) propõem que os seres vivos se caracterizam pela produção contínua de si mesmos. Partindo das reações químicas que ocorrem no interior de células e que resultam em circuitos fechados que reproduzem as mesmas reações: um comando do ácido desoxirribonucléico - DNA, repassado pelo ácido ribonucléico – RNA para a produção de uma determinada proteína no ribossomo, retorna para o núcleo auxiliando o DNA a formular novo comando para o RNA. Os autores propõem uma visão de seres vivos como unidades autônomas, delimitadas por fronteiras bem definidas (membrana celular ou organismo, p.ex.), organizacionalmente fechados e estruturalmente abertos, caracterizados pela autopoiese, ou seja, pela produção contínua de si mesmos, não havendo separação entre produtor e produto. A organização diz respeito às relações que ocorrem entre componentes no interior de uma fronteira, de modo a serem reconhecidos como membros de uma dada classe (célula ou organismo, p.ex.). A estrutura diz respeito aos componentes e relações que determinam uma unidade particular (bactéria ou ser humano, p.ex.). Enquanto a organização define uma unidade autônoma, sua estrutura determina como irá operar, podendo a estrutura variar, sem que a organização mude. Na relação entre unidade autônoma (célula ou indivíduo, p.ex.) e o ambiente em que se insere, acontecem trocas e perturbações constantes, de tal modo que a unidade perturba o meio, que responde de acordo com sua própria estrutura, e é perturbada por este, de modo que a unidade responde de acordo com sua estrutura. O meio não muda a unidade, nem a unidade muda o meio. Mas ambos promovem perturbações recíprocas, que são respondidas de acordo com suas estruturas próprias. Os autores chamam a essa conjunção de acoplamento estrutural, defendendo que é este acoplamento que permite a mutabilidade da unidade autônoma, apesar de seu determinismo estrutural. Esse acoplamento estrutural leva a mudanças recíprocas entre unidade e ambiente, permitindo a evolução de ambos e a adaptação, seleção ou derivação (de

espécies, p.ex.) e, no limite, à desorganização e morte de um ou outro. Em um campo expandido, a unicidade do ser humano está num acoplamento estrutural social, com a linguagem permitindo, por um lado, gerar regularidades que incluem a identidade pessoal de cada um em meio à sociedade; e, por outro lado, a ação do meio social sobre o indivíduo, provocando neste a reflexão e o olhar sobre uma perspectiva mais ampla, que leva à consciência do outro como um igual (embora distinto, diferente). A aceitação dessa igualdade na diferença, ou da diferença na igualdade, leva à legitimidade do outro e a isto os autores chamam Amor. Sem amor, sem aceitação do outro junto a nós, não há humanidade, não há sociedade. A competição, a monocultura, a exclusão, a intolerância, levam à desagregação do elo amoroso que dá aos homens a dimensão social e humana e, numa visão expandida, coloca em risco toda esfera de vida no planeta.

Sistemas autopoieticos, vivos ou não, são aqueles capazes de autogerar-se, sendo abertos para o fluxo de matéria e energia e fechados em sua estrutura de modo a poderem realizar as reações necessárias ao seu crescimento. Com o crescimento, esses sistemas podem chegar a um ponto a partir do qual o desdobramento é a replicação. Os padrões subjacentes aos sistemas estão na base de sua organização e relações, de modo que refletindo ou reproduzindo um determinado padrão, “naturalmente” se desenvolverão estruturas por eles determinados. O padrão humano nos permite reconhecer humanos em todo planeta, embora a estrutura de cada indivíduo se modifique em função do ambiente e das relações tecidas com o mesmo.

Um sistema vivo é um sistema complexo. Nossa sociedade vai-se tornando a cada dia mais e mais complexa, não necessariamente mais viva. Daí a certeza de que, no campo da complexidade, visões e soluções mecânicas, lineares e reducionistas não terão como dar respostas adequadas à crescente complexidade da sociedade humana. Niculescu (1999) diz da complexidade que, sendo uma complexidade desordenada, seu conhecimento não faria sentido. Por outro lado, como apontam as teorias quânticas ou cosmológicas mais recentes, o caos aparente guarda algo de ordenação, nos colocando diante de uma complexidade ordenada, de padrões até então não percebidos e mensurados, carregando uma ordem e simplicidade de uma nova natureza, sendo este, justamente, o objeto de estudo e compreensão de um novo conhecimento, dito complexo.

O termo *complexidade*, do latim *complexus*, significando o que é *tecido em conjunto*, tem em Edgar Morin talvez seu maior teórico, defensor e disseminador. A escola filo-

sófica da complexidade, ao contrário da visão cartesiana de fracionar e reduzir para compreender, vê o mundo de forma indissociada, fruto de interações, alimentações, retroalimentações, processos e ligações que não podem ser compreendidos de maneira isolada. Para Morin (2002), o humano, como unidade complexa, é ao mesmo tempo biológico, social, afetivo e racional, assim como a sociedade é ao mesmo tempo histórica, econômica, sociológica, religiosa, etc. Unidades complexas são multidimensionais, formadas por texturas e interligações, tecidas em conjunto, que não podem ser compreendidas isoladamente, o que nos leva ao conhecimento pertinente, que reconhece este caráter multidimensional e busca integrar não apenas as partes entre si, mas também as partes e o todo.

No curso da evolução de nosso planeta a vida como a conhecemos se estabeleceu, baseada principalmente em seis elementos químicos: carbono, nitrogênio, oxigênio, fósforo, enxofre e hidrogênio. Esses elementos circulam pela biosfera transportados por ciclos biogeoquímicos (ciclo de nutrientes, ciclo da água, ciclo do carbono, ciclo do nitrogênio, etc), de modo que esses e os demais elementos químicos se organizam nas mais diversas estruturas, de rochas, solos, águas e atmosfera (abióticas) a microrganismos, vegetais, animais e humanos (bióticas). É o entendimento, incorporação e promoção desses ciclos contínuos de matéria e energia, de sua complexidade, de sua ordem em meio ao caos aparente, de seus padrões definidos por sua organização e estrutura em diferentes escalas que permitiram o estabelecimentos de redes, teias, células, tecidos, órgãos, sistemas, organismos, populações, comunidades, ecossistemas e biosfera, garantindo grande resiliência, adaptação contínua e permanência – em outras palavras: sustentabilidade.

Dito de outra forma, se quisermos aprender sobre sustentabilidade, é na vida, em seus processos, teias, ciclos, redes, organização, que podemos buscar conhecimentos para o *design* e planejamento de empreendimentos humanos sustentáveis e mais: amigos da vida, biofílicos. Não mais a máquina como ícone, como metáfora das relações, mas a vida como a grande metáfora a ser entendida, compreendida e reproduzida na escala das construções e empreendimentos humanos. O ambiente construído necessita de um fluxo constante de matéria e energia para sua construção e manutenção, mas dificilmente é desenhado e planejado de modo a reproduzir em escalas menores os mesmos ciclos biogeoquímicos presentes no planeta e dentro dos quais, inevitavelmente, se insere e nos quais a vida se desenvolveu e passou a fazer parte indissociável.

DESIGN ECOLÓGICO

Mas como incorporar esse conhecimento ao *design* e projeto de habitações, empresas, bairros, cidades e regiões mais sustentáveis e amigáveis à vida, biofílicas?

Em *Ecological Design*, Ryn e Cowan (2007) trazem algumas considerações de especial interesse para este trabalho: *É tempo de parar de desenhar/projetar (designing) tendo máquinas por imagem e começar a desenhar/projetar de modo a honrar a complexidade e diversidade da vida* (pag. x), para logo após definir o *design* ecológico como *qualquer forma de design que minimize impactos ambientais destrutivos, integrando o próprio design com os processos vivos*. A publicação apresenta, na concepção dos autores, os cinco princípios do *Design Ecológico*:

a) Primeiro Princípio: As soluções emergem do lugar – as soluções emergem de onde vem o problema, sendo imprescindível conhecer o espaço, o lugar onde se deseja construir uma solução: clima, ventos, chuvas, sazonalidades, história, vegetação, topografia, conhecimentos tradicionais, materiais construtivos, população, plantas, animais, solos, *etc.* A sustentabilidade inicia em atos modestos de responsabilidade e continua com a valoração dos conhecimentos e a complexidade dos ecossistemas locais. O tratamento de efluentes, por exemplo, pode se utilizar das *wetlands* ou banhados construídos para ciclar os nutrientes dos esgotos, ao tempo em que evita a contaminação de corpos d'água e propicia *habitat* para novas espécies, gerando ciclos positivos de embelezamento, saúde e prosperidade.

b) Segundo Princípio: *Design* orientado pela contabilidade ecológica – um processo cuidadoso de contabilidade e valoração ambiental orienta de modo produtivo e proveitoso o *design*, considerando e incorporando as externalidades ao processo produtivo de bens e serviços, e orientando para uma produção mais limpa, segura e eficiente. Diferentes níveis de precisão deveriam refletir, ao menos qualitativamente, os principais impactos, como por exemplo:

- Agricultura: quantidade de energia, água, nutrientes, solo, paisagem;
- Construção: materiais, energia, água, toxinas;
- Produtos diversos: materiais, energia, resíduos, *etc.*

Os ciclos de vida dos produtos deveriam ser estudados e incorporados a todo processo, desde sua concepção até o descarte final, assim como o fluxo de energia neces-

sária, tanto na produção como na manutenção e disposição final, levando em conta o consumo de energias fósseis e renováveis, lixo, reciclagem, resíduos, água, *etc.*, permitindo a otimização de toda cadeia produtiva.

c) Terceiro Princípio: *Design* com a Natureza – no processo evolutivo a vida planetária criou soluções simples e elegantes para muitos dos problemas que enfrenta, gerando padrões saudáveis que permitem sua manutenção há quase 4 bilhões de anos. Desenhando/planejando (*designing*) tendo por base padrões saudáveis nos coloca em sintonia e compatibilidade com o mundo vivo. Aqui se tem algumas premissas como:

- Resíduos são recursos – no ambiente natural não existe lixo e nas teias de vida os resíduos de uns são o alimento de outros, orientando para a construção de sistemas sociais e produtivos que reproduzam esse padrão. Os processos produtivos estão ainda no princípio de ecossistemas industriais que otimizem energia, insumos, resíduos;

- Paisagens ativas – observar a paisagem, os padrões, as soluções criadas por e em diferentes ecossistemas auxilia a desenvolver uma percepção diferenciada, que reflete no *design* de maneira inovadora;

- Autodesign – o núcleo de uma rede inteligente se baseia em um sistema auto-organizado, auto-desenhado (*self-designing*), uma dança na qual os elementos do sistema podem ressonar juntos, compartilhando informações localmente, de modo a produzir integração em escalas mais amplas. Semeando diversidade, basta deixar que uma rede inteligente se desdobre e o sistema espontaneamente responderá, exibindo novos e inusitados comportamentos.

d) Quarto Princípio: Todos somos *designers* – todos os dias as pessoas fazem escolhas que determinam seu futuro: onde e como viver, como gastar suas energias e recursos, em que investir seu tempo. Todas essas questões envolvem dimensões do *design*. As escolhas no nível pessoal e coletivo determinam como serão os produtos e serviços no futuro, como viveremos e como viverão os que vierem depois de nós. Cultivar uma inteligência do *design* amplia a participação e influência pessoal e coletiva no mundo. A palavra *design* vem do latim *signare*, significando “traçar, definir, indicar”, que, frequentemente, tem sido usado para excluir mais que incluir. O *design* ecológico, ao mergulhar na fonte de vida ao redor, chama a uma participação inclusiva, na qual todos têm voz ativa.

e) Quinto Princípio: Tornar a Natureza visível – enquanto os sistemas de produção de alimentos, água, energia e resíduos se tornam mais e mais intrincados e distantes do cotidiano das pessoas, mais difícil fica entendê-los e questioná-los. Ao colocar a natureza longe do cotidiano, a ética em relação à vida se distancia também. Tornando a tecnologia e suas consequências visíveis, dando visibilidade aos ciclos naturais do nascer e por do sol e da lua, do regime de chuvas, dos ventos e brisas, das plantas e animais, o *design* ecológico pode redesenhar a presença humana no planeta, cumprindo uma função ética, estética, cultural, evolutiva e espiritual.

Outro autor, Orr (2002), defende o *design* ecológico como um entrelaçamento cuidadoso dos propósitos humanos com os grandes padrões e fluxos do mundo natural e o estudo desses padrões e fluxos de modo a direcionar as ações humanas. Segundo o autor, os pioneiros do *design* ecológico começaram com a observação de que a natureza vem desenvolvendo estratégias de sucesso para a vida planetária por mais de 3,8 bilhões de anos, sendo assim, um modelo adequado para a sociedade humana planejar:

- Fazendas que trabalhem como florestas e pradarias;
- Edifícios que incorporem capital natural como árvores;
- Sistemas de tratamento de efluentes que trabalhem como banhados (*wetlands*);
- Materiais que imitem a elegância de plantas e animais;
- Indústrias que trabalhem como ecossistemas;
- Produtos que se tornem parte de ciclos como o fluxo de matéria no ambiente natural.

Para o autor, nossas intenções são o produto de muitos fatores, dos quais quatro se destacam em relação ao panorama ecológico. O primeiro diz respeito à religiosidade humana, que nos leva a criar ou descobrir significados que nos colocam como parte de algo maior que nós mesmos. Numa sociedade científica, o capitalismo, comunismo, consumismo, ambientalismo, cientificismo e vários outros –ismos, substituíram a religiosidade, a espiritualidade, como algo antagônico à crescente racionalidade. No entanto, sociedades com muito menos informações científicas e tecnológicas tem feito muito melhores escolhas em termos ambientais. Crenças míticas e religiosas, tidas como errôneas, pouco evoluídas ou primitivas, tem muitas vezes se relacionado com o ambiente natural de forma mais adequada do que as decisões tomadas com base em informações científicas e presumida racionalidade. Dessa forma, soluções para problemas ambientais devem ser concebidos em ressonância com nossas camadas

emocionais mais profundas e ecologicamente saudáveis¹. Segundo, como *Homo sapiens*, somos seres limitados e nossa história de guerras e conflitos não nos coloca em posição de muita sabedoria perante o mundo natural, indicando a necessidade de uma abordagem mais humilde, precavida e conscia para o *design* ecológico. Terceiro, nossa evolução incorpora toda cadeia de processos físicos e bioquímicos que vão de criaturas unicelulares a seres humanos. Como parte dessa longa cadeia viva, nossa natureza é biofílica, sugerindo que somos mais saudáveis com mais e não menos natureza: trabalhamos melhor com luz solar, no contato com animais, com ar limpo e vivendo em lugares que incluem árvores, flores e água corrente, do que em lugares desprovidos dessas redes. Como consequência, precisamos criar lugares que ressonem com nosso passado evolutivo e pelo qual tenhamos profunda afeição. Um quarto ponto nos alerta em relação a todo conhecimento humano acumulado e que, no entanto, é uma fração minúscula de tudo que ainda não sabemos: para cada pergunta respondida pela ciência e tecnologia, dez outras se apresentam. Pela perspectiva evolutiva, somos seres recém chegados à ecosfera, com um futuro ainda bastante incerto, e alvo de piadas dos deuses e deusas dos antigos mitos. O *design* ecológico não é tanto como fazer as coisas, mas como fazê-las de modo gracioso e integrado a um determinado contexto ecológico, social e cultural, com o intuito de perdurar por um longo período. A intenção embasada por essa mentalidade cria espaços biológicos e culturais diversificados, integrados de maneira harmoniosa, utilizando o fluxo de energia solar, gerando pouco ou nenhum resíduo, contabilizando todos os custos e respeitando padrões culturais e sociais mais amplos. Isso requer uma nova maneira de pensar, ser, estar e agir, superando a velha mentalidade de como fazer as mesmas coisas de sempre com maior eficiência e aprofundar as perguntas que se tornam a base do *design* ecológico:

- A sociedade precisa disso?
- Isso é ético?
- Qual impacto isso gera na comunidade? Esses impactos são desejáveis, mitigáveis, aceitáveis?
- Sua produção e uso são seguros?
- É justo?
- Pode ser consertado, reutilizado ou reciclado?

1 A **Ecologia Profunda** é um conceito filosófico que vê a humanidade como mais um fio na teia da vida, conectada e interconectada com toda existência, fazendo parte e não estando acima ou além desta.

- Qual seu custo total ao longo de sua vida útil?
- Há um jeito melhor de fazê-lo?

Ou ainda: quem decide sobre os impactos em um determinado local, ecossistema ou comunidade?, implicando em que o *design* ecológico não é um procedimento individual, isolado e excludente, mas com implicações culturais, políticas, sociais, espaciais, ecológicas, requerendo soluções negociadas entre *designers* e interessados diretos e indiretos (*stakeholders*). O modelo deixa de ser a eficiência e produtividade e passa a ser a saúde e o bem-estar de todos, iniciando com microorganismos e passando pelo solo, água, ar, plantas, animais e seres humanos. É uma vez que o ser humano é falível e não tem como permanecer consciente da totalidade de relações, interrelações, conexões e redes que se estabelecem dentro e entre os diferentes níveis desse novo *design*, o caminho da precaução, humildade e abertura deveria permear todo processo. Por fim, defende que o objetivo maior do *design* ecológico não é o de uma jornada para algum destino utópico, mas antes uma jornada de volta para casa, uma ferramenta de navegação que nos orienta a reassumirmos nosso papel principal sobre o planeta, que honra a vida, a ecologia, a evolução, a diversidade, a dignidade humana, o espírito e as necessidades humanas de pertencimento e conexão (ORR, 2002).

BASES CONCEITUAIS

Ao refletirmos sobre como a sustentabilidade e biofilia podem ser incorporados ao *design* e projetos arquitetônicos e urbanos multiescalares e entendendo que estudos e pesquisas aprofundadas são necessárias, propõe-se aqui que se considere a adoção de ao menos 5 eixos estruturadores, conectores e transversais de modo a integrarem diferentes escalas (local, microbacia ou setorial, municipal e regional):

1 Organização ou *Design* – eixo do *design* que caracteriza uma unidade autônoma (casa, vila, bairro, condomínio, cidade), concebida segundo padrões desenvolvidos e evoluídos pela vida planetária, como ciclos, teias e redes formando padrões biofílicos. Quer-se com isso que o processo de organização do pensamento, concepção e *design* de um dado elemento ou unidade autônoma se faça não mais sob a óptica de leis mecânicas, reducionistas, cartesianas, mas que se estabeleça a partir de uma visão biológica (ver Figura 1), da multiplicidade e complexidade de diversas áreas do conhecimento, formando um *design* como expressão da complexidade, da inter, multi e transdisciplinaridade (NICOLESCU, 1999; MORIN, 2002; MORIN, 2003).

Nesse nível pode-se citar alguns elementos a serem considerados: posição do terreno, tipo de solo, microbacia hidrográfica, drenagem, ecossistemas associados, vias de acesso, ambiente construído, estágio de urbanização, insolação, variação de luminosidade e umidade ao longo do ano, direção predominante de brisas, ventos e tempestades, deslocamento do sol ao longo do ano, iluminação passiva, conforto termoacústico, fortalecimento e ampliação da biodiversidade local, respeito e incorporação da cultura local, opções e disponibilidade de materiais construtivos locais, avaliação de impactos ambientais e sócio-culturais, futuro desejável (moradores, empreendedores, comunidade, *etc.*), dentre outros.

2 Estrutura – eixo de planejamento que estabelece as vias de acesso, saneamento, energia, comunicação, transportes, *etc.*, determinadas ou direcionadas pela organização, pelo *design*, que pré-definiu rotas ou sistemas de dupla via, reproduzindo o conhecimento vivo de estruturas biológicas (Figura 1) e biosféricas maiores, que se vão capilarizando nos menores níveis das unidades autônomas à partir das quais toma o caminho inverso. Tome-se como exemplo o sistema circulatório, que transporta o sangue arterial por grandes artérias que vão diminuindo a bitola até o nível capilar, onde entrega oxigênio para as células e recolhe gás carbônico, transportando-o agora por veias paulatinamente maiores até os pulmões onde ocorre nova troca, desta vez liberando o gás carbônico e incorporando oxigênio para recomeçar novamente o processo. Algo semelhante se dá com o ciclo da água que, evaporada dos oceanos e continentes é transportada por imensos corredores aéreos até cair como chuva, penetrar no solo por seus capilares, abastecer os lençóis freáticos, brotar como uma nascente e ser drenada por córregos, ribeirões e rios até novamente o oceano onde o ciclo recomeça.

Esse conhecimento, incorporado pelo *design*, orienta a construção de estruturas que superam a simples conexão entre partes dissociadas do ambiente construído e passa a interligar e conectar ambientes concebidos com funções determinadas, organizados em sistemas tais que possam atuar em ciclos fechados, retroalimentando o próprio sistema. Assim, do nível macro, uma rodovia se ramifica em estradas menores até a rua ou caminho que chega a uma casa ou indústria, levando alimento, materiais construtivos, matéria-prima, *etc.* e dela recolhendo resíduos em uma rota determinada de modo que sejam corretamente recuperados e transformados em novos insumos, produtos e serviços úteis ao conjunto; ou recolhendo alimentos, matéria-prima, insumos produzidos localmente, cujos excedentes são distribuídos para outras unidades e escalas. Ou um linhão de energia, que se ramifica até um ponto de luz ou tomada

em uma casa, indústria ou bairro, entregando energia produzida em uma escala mais ampla e recolhendo dos mesmos eventual excedente de energia produzida naquela unidade autônoma por meio de microturbinas eólicas, micro e pequenas hidrelétricas, painéis solares, biodigestores, etc. Unem-se assim o micro e o macro, sendo a menor unidade autônoma uma potencial produtora de energia (solar, eólica, biomassa, etc) e/ou matéria (alimentos, materiais construtivos, matéria-prima), a ser distribuída para outros locais pelos mesmos caminhos, estabelecendo rotas de comunicação entre diferentes escalas.

Aqui poder-se-ia considerar: produção de alimentos, disponibilidade de matérias-primas, indústrias de transformação, alinhamento das estruturas de modo a facilitar o fechamento de ciclos de matéria e energia, tratamento de esgotos e resíduos o mais próximo possível de sua origem, construção de conexões e infraestrutura de modo que diferentes escalas mimetizem ou incorporem padrões naturais, etc.

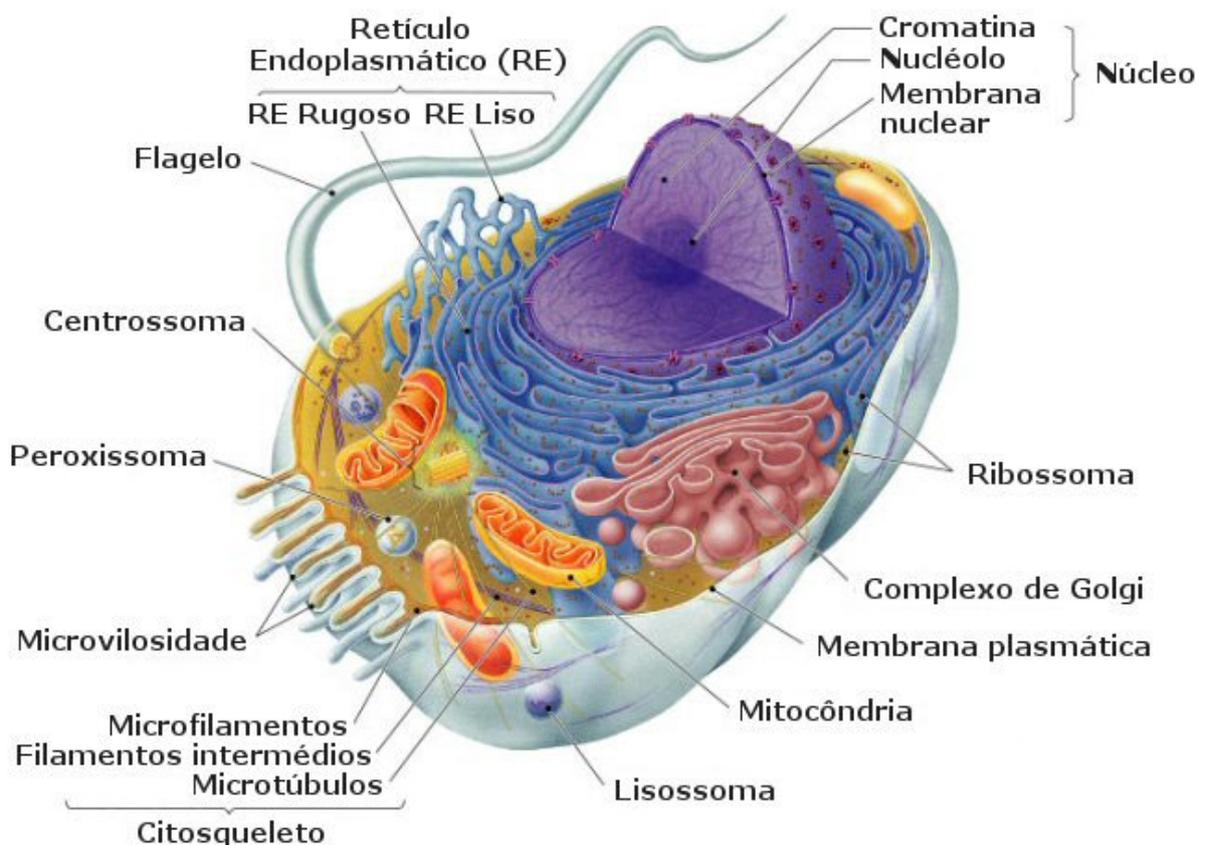


Figura 1: Exemplo de organização e estrutura celular. Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/discovirtual/aulas/1772/imagens/celulanimal3.jpg>

3 Energia – realização de trabalho e manutenção da organização e estrutura das unidades e suas múltiplas conexões. A energia movimenta os sistemas e subsistemas, atendendo às necessidades dos diferentes níveis de organização em suas diferentes escalas. Sua produção pode-se dar tanto na escala macro, centralizada, grande produtora, quanto na escala micro, pulverizada, descentralizada no nível das menores unidades autônomas. Os processos biológicos de captura e utilização de energia podem aqui ser novamente inspiradores. A fonte primeira de energia para a vida na Terra, bem como para boa parte da produção humana vem ou veio do Sol. Parte dessa energia solar é refletida pela Terra e parte é absorvida pela atmosfera, solo e água e transformada em calor, que faz movimentar as massas de ar e água na biosfera. Essa energia, limpa e renovável, pode ser captada por geradores eólicos, painéis solares e usinas hidrelétricas e utilizada na produção de bens e serviços necessários à sociedade humana. Do total de energia solar que chega à Terra, uma pequena parte é captada por organismos fotossintetizantes, transformada e armazenada na forma química de açúcares e outras substâncias. No nível celular esses açúcares são transformados em ATP (adenosina tri-fosfato) nas mitocôndrias e utilizado na realização de trabalhos, como produção de proteínas e substâncias diversas (metabolismo) e eliminação de substâncias que já cumpriram sua função celular e não podem mais ser cicladas internamente, sendo então dispensadas para o meio extracelular (catabolismo). Na escala do organismo, a energia solar transformada em energia bioquímica é a fonte de crescimento, manutenção e transformação das estruturas orgânicas, evoluídas a partir de um *design* (organização) experimentado, testado e evoluído ao longo de bilhões de anos de expressão da vida planetária em sua interação com o meio.

A fotossíntese (Figura 2) é um processo que se utiliza de gás carbônico, água, sais minerais e energia solar, que agrega esses elementos em substâncias mais ou menos complexas, que formarão a estrutura dos seres vivos ao fornecerem energia para a síntese de outras substâncias que se utilizarão de diferentes elementos químicos, complexificando toda a estrutura e formando diferentes organismos. A partir da fotossíntese, estabelecem-se teias e redes de circulação de matéria e energia entre diferentes escalas, com o estabelecimento da teia alimentar, tendo os produtores primários (fotossintetizantes) na base do sistema, seguidos dos herbívoros e carnívoros (consumidores). A todos, os decompositores se encarregam de ciclar os componentes materiais e aproveitar a energia presente em seus diferentes compostos por ocasião da morte do organismo.

Parte da energia solar fixada em compostos de carbono pode se acumular como lenha, petróleo, gás natural, turfa e carvão e ser utilizada como fonte de energia, por meio da queima, para os processos produtivos da sociedade humana. Essa queima, em quantidades cada vez maiores ao longo dos últimos 200 anos, vem liberando gás carbônico acima da capacidade de reabsorção pelo planeta, acarretando em seu acúmulo na atmosfera e incrementando um processo natural de efeito estufa, que mostra agora uma face perversa de mudanças climáticas cujas consequências não sabemos prever com exatidão. A reversão dessa tendência exige um novo *design*, de modo a superarmos a utilização de energias “suja” baseadas em combustíveis fósseis, adotando energias “limpas”, de baixo carbono, renováveis.

Elementos de *design* e projeto podem incorporar: captação, produção e utilização de energias renováveis de maneira centralizada ou pulverizada, ampliação da eficiência no uso e diminuição na utilização de energias não-renováveis, iluminação passiva, ventilação cruzada, aquecimento passivo, ampliação da captação e fixação de carbono, transformação de energia solar em bioquímica via fotossíntese, produção de alimentos de base orgânica com técnicas permaculturais e agroecológicas, captação de energia das chuvas via bacias de contenção e curvas de nível (evitando assim que a energia cinética presente na água que cai rompa e desagregue solos carregando seus nutrientes e assoreando corpos d'água ao tempo que repõe reservas hídricas), etc.

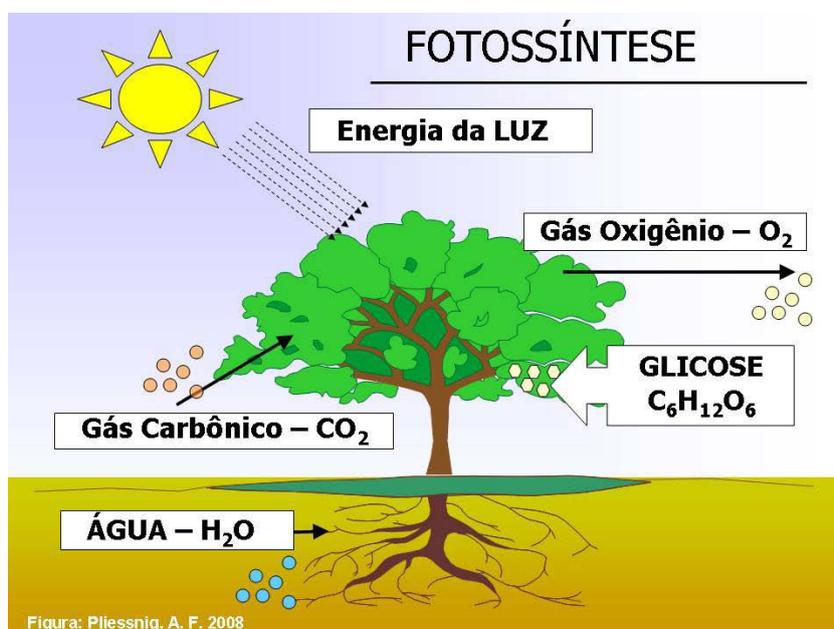


Figura 2: Fotossíntese. Transformação de energia solar em bioquímica. Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/discovirtual/aulas/1668/imagens/FOTOSSINTESE.jpg>

4 Recursos Materiais – eixo que engloba minerais, nutrientes, matérias-primas e insumos necessários para a construção, manutenção, reposição, renovação e evolução das unidades autônomas, obtidos diretamente do planeta (minerais, matérias-primas) e/ou transformados pela biosfera. Em um sistema como a Terra, a quantidade de matéria permanece virtualmente a mesma há milhões de anos, salvo por pequenas trocas promovidas por acidentes cósmicos como a queda de meteoritos (que traz matéria do espaço e pode lançar porções de matéria de volta ao espaço), a perda de gases na alta atmosfera, o lançamento de artefatos humanos para além da órbita planetária ou explosões catastróficas de vulcões. Não se pode confundir, portanto, a aparente grande quantidade de algum recurso (ferro, petróleo, madeira, etc) como se o mesmo fosse infinito. Vivemos em um planeta finito e os recursos materiais nele presentes são finitos. Tratar esses recursos de forma linear, com captação em uma ponta e eliminação na outra sem que se fechem os ciclos de reaproveitamento levará, inevitavelmente, ao esgotamento em algum momento no espaço-tempo. E acreditar que novas jazidas serão descobertas, que a ciência e tecnologia resolverão a questão sem que se modifique a ideia inicial de exploração à exaustão não resolverá o problema que já se mostra no horizonte, qual seja, o da indisponibilidade de determinados recursos no médio e longo prazos na quantidade e qualidade exigidas para a manutenção da sociedade humana atual, caso, por exemplo, do petróleo ou da água limpa. Esse é, eminentemente, um problema de *design*, um problema de Organização antes de Estrutura. Em outras palavras, simplesmente não é possível obter milho se continuamos plantando feijão, mesmo que este seja geneticamente modificado, que incorpore novas técnicas de produção, que resulte de novos processos industriais. A questão de fundo é que, para se obter milho é preciso plantar milho. Assim como para se obter uma sociedade sustentável é preciso pensar, planejar, desenhar de modo sustentável (Figura 3), o que requer, por sua vez, que novas formas de pensar emergam, relacionadas agora – essa é a proposta deste artigo -, não mais ao mecânico, mas ao biológico.

Se na concepção mecânica, resíduos são tratados como lixo e esgotos que devem ser eliminados e levados para longe dos processos produtivos, das unidades autônomas (casas, bairros, cidades), com visão ampliada e conscientes de que nosso planeta é um ponto minúsculo em um universo inconcebivelmente mais amplo, hoje nos perguntamos: longe para onde? Longe quanto? Pois em um planeta finito, o longe é aqui mesmo, não em outro lugar qualquer! Com uma visão biológica de mundo, lixo e esgotos são nutrientes que cumpriram sua função em uma dada unidade autônoma (casa, bairro, etc), devendo ser tratados o mais próximo possível de sua origem, de

modo a ser reaproveitado como insumo, ou recuperado, reutilizado na mesma escala ou em escala o mais próximo possível da origem. Lixo e esgotos domésticos, tratados na escala das residências (local) ou das microbacias (bairros, setorial), deixam de contaminar escalas locais e outras mais amplas, disponibilizando para as mesmas água, nutrientes e matérias-primas de modo a serem (re)utilizados no mesmo espaço, na mesma unidade autônoma ou em escala imediatamente contígua.

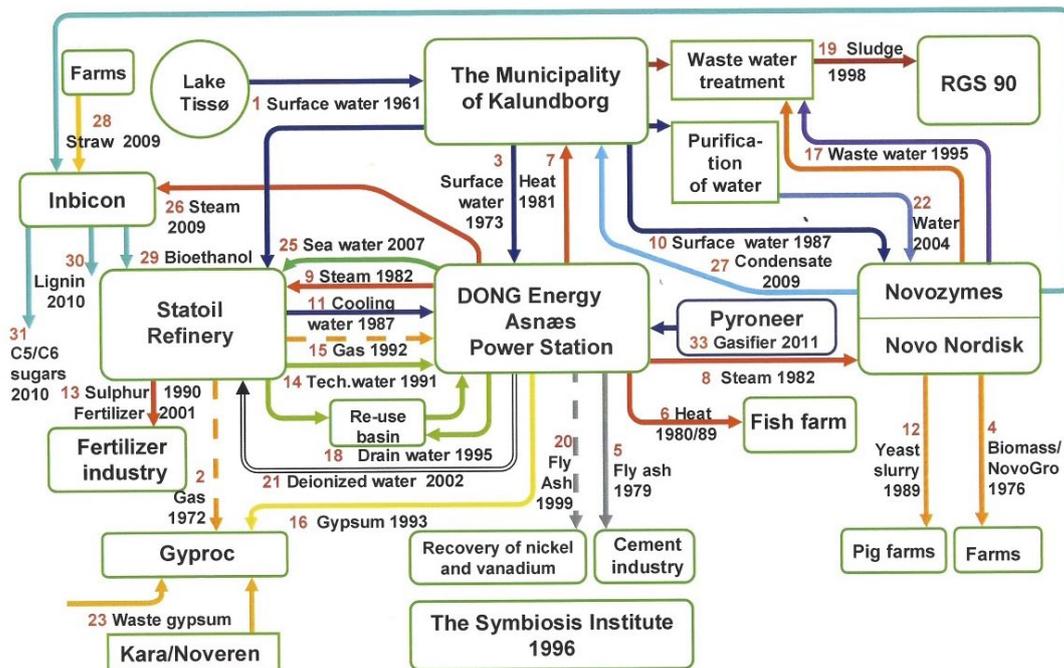


Figura 3: Ecosistema industrial de Kalundborg, fechando ciclos de matéria e energia. Fonte: <http://www.lampidex.com/wp-content/uploads/Kalundborg-Symbiosis.jpg>

Alguns elementos a serem considerados: proximidade de matérias-primas, indústrias de transformação, produtos e serviços, produção de alimentos saudáveis e nutritivos (garantindo qualidade e segurança nutricional), fechamento de ciclos de reaproveitamento de materiais, diminuição de desperdícios, eficiência no uso, durabilidade, adequação da produção às reais necessidades de bem-estar, conforto, qualidade de vida e adequação biosférica de produtos e serviços tanto para as sociedades humanas quanto para as demais formas de vida.

5 Recursos Hídricos – fundamentais para os processos biológicos e produtivos, a água vem tendo sua quantidade e qualidade comprometidas em nível global. Não há vida como a conhecemos sem a presença de água, responsável pela mediação das mais diversas reações químicas e bioquímicas, que permitiram o surgimento e mantém a vida no planeta – a dos seres humanos e de seus processos produtivos,

diga-se de passagem, já que não raro nos percebemos alheios tanto à vida quanto ao planeta que nos alimenta e sustenta. A mesma mentalidade linear, fracionada e mecânica tem orientado o *design* de processos, produtos e serviços que desconsideram a necessidade de tratarmos os recursos hídricos dentro dos mesmos critérios e processos cíclicos estabelecidos planetaria e biosféricamente. Só recentemente (último século) iniciamos o tratamento das águas por nós poluídas e contaminadas e ainda mais recentemente, iniciamos um processo de revisão das bases do *design* de modo a diminuirmos o consumo excessivo, as perdas e os danos causados aos recursos hídricos, aprendendo a fechar ciclos em escalas mais próximas, tratando os efluentes em seu local de origem e evitando expandir os danos para escalas mais amplas, onde seu adequado tratamento implica no aumento da complexidade e recursos financeiros, humanos, técnicos e científicos necessários para resolver problemas gerados em escalas menores.

Elementos a considerar: manutenção da qualidade e quantidade de água nas micro-bacias, tratamento biológico e não químico de esgotos e água para consumo, manutenção dos serviços ambientais nas diversas escalas, tratamento local de esgotos deixando de poluir e contaminar corpos d'água, incorporação e/ou mimetização do ciclo hidrológico (Figura 4) no *design* e projetos, recomposição dos níveis dos lençóis freáticos, utilização de ecossistemas naturais como fonte de inspiração para a manutenção da qualidade e quantidade de água disponível nas diversas escalas, etc.

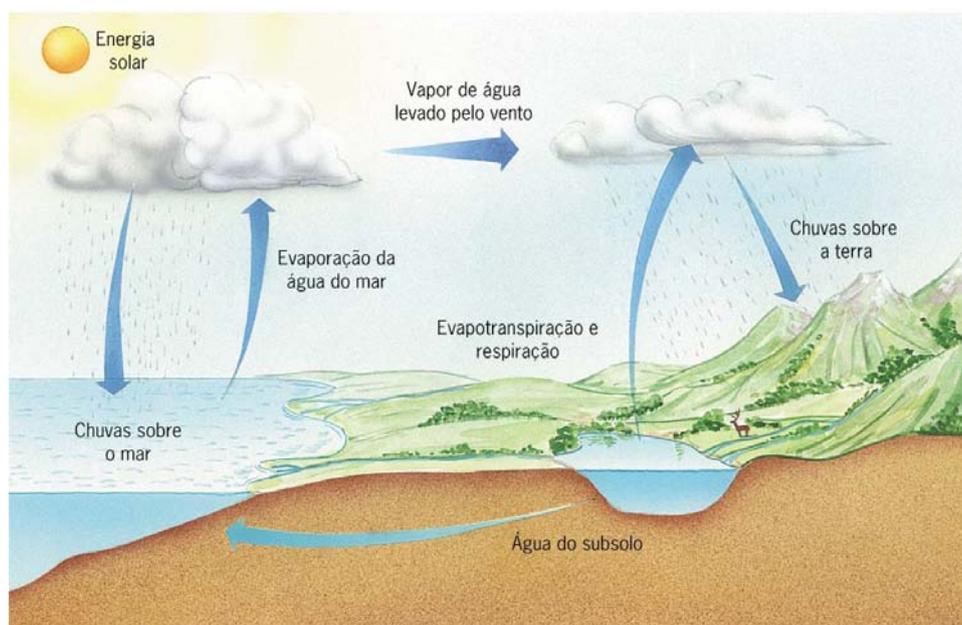


Figura 4: Ciclo da água. Fonte: http://www.saaeamparo.com.br/contas/dicas/imagem/ciclo_da_agua.png

APLICAÇÃO

Tomando por base os conceitos acima delineados, pode-se propor uma unidade estrutural (casa, sítio, edifício) mais fortalecida e resiliente, que se comunica e troca com outras unidades estruturais próximas, formando assim, em uma mesma microbacia hidrográfica, um adensado de unidades constituindo um bairro ecológico, uma comunidade mais sustentável e biofílica, como células semelhantes (casas) formando tecidos (bairros) e estes formando órgãos (diferetes bairros em uma mesma microbacia), sistemas (conjunto urbano-rural em uma dada área), indivíduos (cidades sustentáveis e biofílicas), populações (biorregiões), ecossistemas e biosfera, fortalecendo a permanência e integração do humano à base comum de vida planetária.

Agindo como componentes e catalisadores desse processo, os seres humanos podem ampliar e fortalecer a qualidade, quantidade e velocidade dessas junções mediante o uso da ciência e tecnologia, optando por uma nova forma de ser, estar, viver e conviver no e com o planeta. A visão fundamental aqui não é a de maximizar o lucro, mas a de otimizar a Vida, sem romper o frágil equilíbrio que a sustenta e nos sustenta, como parte da mesma teia, elevando-a a patamares cada vez mais amplos, diversificados, enriquecidos e complexos. Adotada essa visão, o ser humano supera a ação predatória no ambiente, recursos e relações e assume um novo papel, em um nível de Realidade mais elevado de co-criador e co-evolucionador da vida planetária e por conseguinte, da presença humana no planeta.

REFERÊNCIAS

LABVERDE. Projeto Selo LABVerde. Disponível em <http://www.fau.usp.br/deprojeto/labverde/projetos_04.html>. Acesso em 06 nov 2011.

MATURANA, Humberto R. e VARELA, Francisco J.. A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MORIN, Edgar. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. 8ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, Edgar. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 6ª edição. São Paulo: Cortez. Brasília, DF: UNESCO, 2002.

NICOLESCU, Basarab. O manifesto da transdisciplinaridade. São Paulo: TRIOM, 1999.

ORR, David W. The Nature of design: ecology, culture and human intention. New York: Oxford University Press, 2002.

RYN, Sim Van Der e COWAN, Stuart. Ecological Design. 10th Anniversary Edition. Washington, Covelo, London: IslandPress, 2007.

SANGUINETTO, Evandro. Arquitetura da complexidade: design a serviço da vida em um estudo de caso no Sul de Minas Gerais. Disponível em <http://www.fau.usp.br/depprojeto/revistalabverde/artigos/ed02_art05_evandro.pdf>. Acesso em 06 nov 2011.

SANGUINETTO, Evandro. *Design Ecológico: projetando e construindo tecnologias vivas para o tratamento de efluentes domésticos com reúso das águas*. Dissertação. Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos - MEMARH. Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Itajubá: 2010, 228p.

YEANG, Ken. *Proyectar con la naturaleza. Bases ecológicas para El proyecto arquitectónico*. 1ª edição. Barcelona, Espanha: Editorial Gustavo Gili, 2007.