

# **Exigências Ambientais e Funcionais das Construções**

**Antonio Castelnou**  
**PARTE IV**

# Construção Sustentável

- A questão da **SUSTENTABILIDADE** implica em como desenvolver métodos ambientalmente corretos de produção e consumo, os quais garantam a integridade dos ecossistemas e a qualidade de vida, o que também se reflete na área da construção.
- Entretanto, tal conceito não significa imobilidade ou o puro *ecologismo*, segundo o qual a natureza deveria permanecer intocada, o que negaria todos os avanços da humanidade e corresponderia a uma visão impraticável no mundo contemporâneo.

Gyoergy Vadasz (1943-)  
*Hugrian Pavillion*  
(2000, Expo Hannover Alem.)

- Dizer que uma construção ou edificação é **SUSTENTÁVEL** não significa um retorno ao passado, mas que ela, com especial respeito e compromisso com o meio ambiente, faz uso sustentável da energia e reduz os impactos ambientais causados pelos processos construtivos, pelo seu uso e sua demolição, e pelo seu ambiente urbanizado.

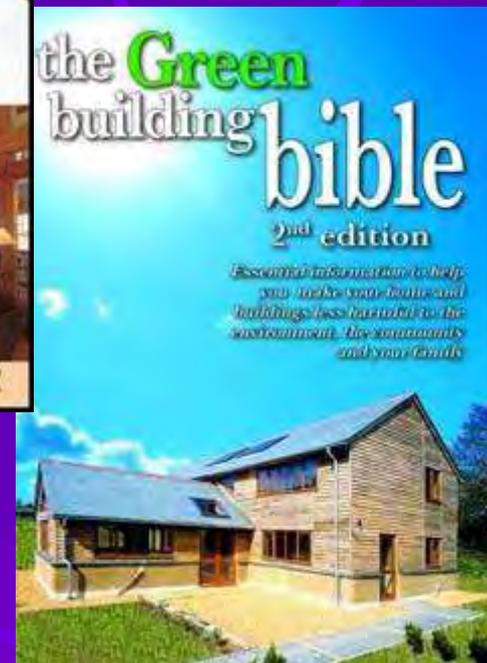
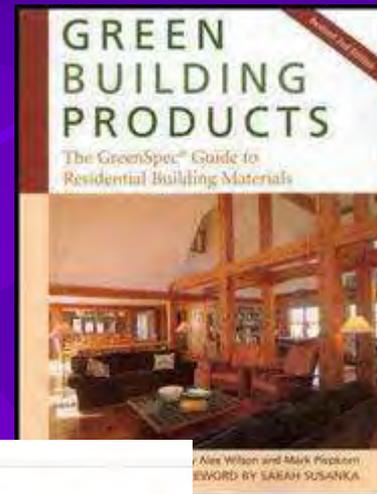
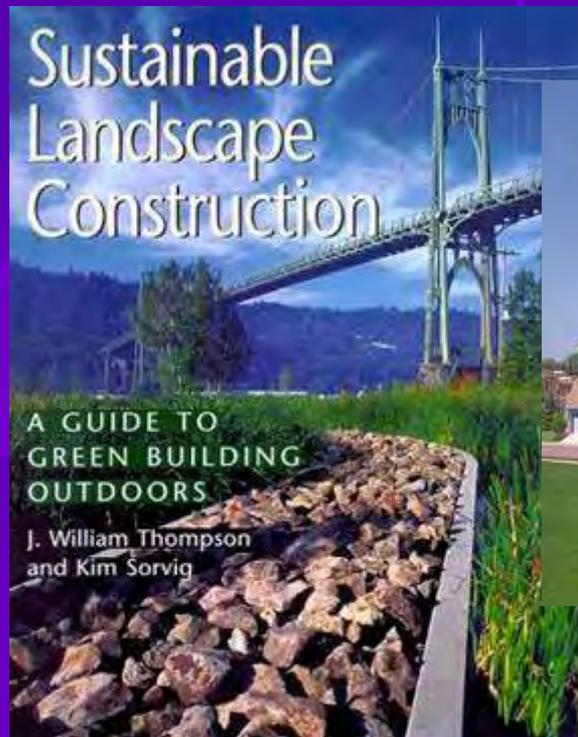
*Le Pavillion du Jardin des  
Premières* (2000 Toronto, Canadá)  
Saucier & Perrote



C. Ingenhoven (1960-) & J. Overdiek (1954-)  
*Konzernverwaltung RWE AG*  
(1997/2000, Essen Alemanha)



- Um **EDIFÍCIO SUSTENTÁVEL** possui um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de habitação do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais; e garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.



- Hoje em dia, tanto edificações como infra-estruturas sociais, industriais, comerciais e de transporte devem ser construídas de *modo sustentável*, tanto em termos ambientais quanto econômicos, além de serem socialmente sustentáveis ao adicionarem valor à qualidade de vida do indivíduo e da comunidade.

- Em termos de materiais, pode-se dizer que se trata uma **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL** (*green building*) quanto esta for feita com:
  - ✓ *Materiais industriais sustentáveis*: ecoprodutos fabricados industrialmente, adquiridos prontos e em escala, atendendo a normas e demandas de mercado (viabilidade em áreas de maior concentração urbana e incorporação de sistemas de economia energética);
  - ✓ *Materiais de reuso de origem urbana*: resíduos não reprocessados (garrafas PET, latas, cones de papel acartonado, etc.), comuns em locais urbanos de despejo de resíduos sólidos (amplo exercício de criatividade);
  - ✓ *Materiais de reuso de segunda mão*: refugos de demolição de materiais convencionais, prolongando sua vida útil e exigindo pesquisa de fontes de coleta (sistema híbrido que se utiliza de métodos de autoconstrução);

✓ *Materiais alternativos:* produtos convencionais encontrados no mercado, mas trabalhados de modo alternativo e criativo, conferindo-lhes funções diferentes das originais (frequente em locais carentes);

✓ *Materiais naturais:* elementos de origem natural e disponíveis no entorno (terra, madeira, bambu, etc.), empregando tecnologias sustentáveis de baixo consumo energético (viável em áreas rurais e com pouca dependência de infraestrutura pública).

Marlies Rohmer  
*Living as You Want*  
(2001, Almere  
Holanda)

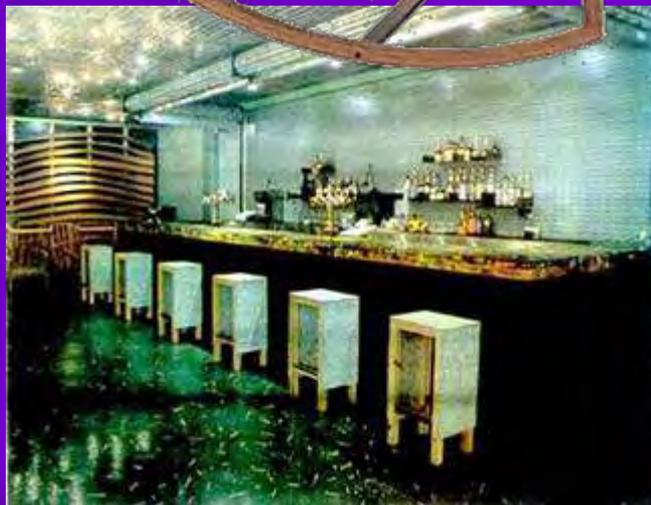


*The Collegiate School*  
(2000/01, Liverpool GB)  
Shedkm Architects



Irmãos Campana  
*Mesa de ralos de chuveiro* (1997)

*Poltrona  
Gaivota*  
(1988)  
Reno  
Bonzon  
(1954-)



- No **GREEN DESIGN**, busca-se novas soluções de sistemas, técnicas e materiais recicláveis, além do eficiente reaproveitamento de refugos e outros resíduos antes considerados descartáveis.
- Leva-se em consideração todo o *ciclo de vida* do produto, desde a extração de materiais e o impacto de seu processamento, até sua durabilidade, reciclagem e descarte final na natureza.

*Bar Belle* (2000, London Ingl.)  
Jane Atfield (1964-)

- São vários os materiais sustentáveis empregados pelo **ECODESIGN**, como:

- **TECIDO PLÁSTICO:** Material proveniente da reciclagem de garrafas PET, que são moídas e derretidas, e depois, através de um espremedor, formam filamentos. Estes são esticados e cortados em pequenos pedaços ( fibras), que são, por sua vez, emaranhadas, torcidas e esticadas várias vezes até formarem fios, prontos para serem tecidos.

Jane Atfield (1964-)  
*Mobiliário de  
Polietileno reciclável  
de alta densidade*



Tuti Giorgi & Beto Salvi  
*Estante Fresh* (2000)



- ❑ **MDF (Medium Density Fiber):**  
Fibra de madeira de baixa densidade, extraída de madeira de reflorestamento (*Pinus elliotti* e *Pinus taeda*). Depois de moída, a madeira passa por um processo que separa apenas as fibras, as quais são mescladas com uma resina especial.

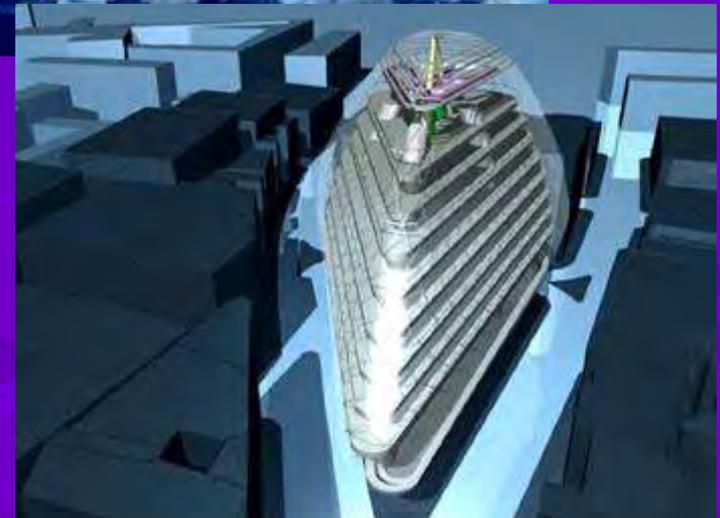
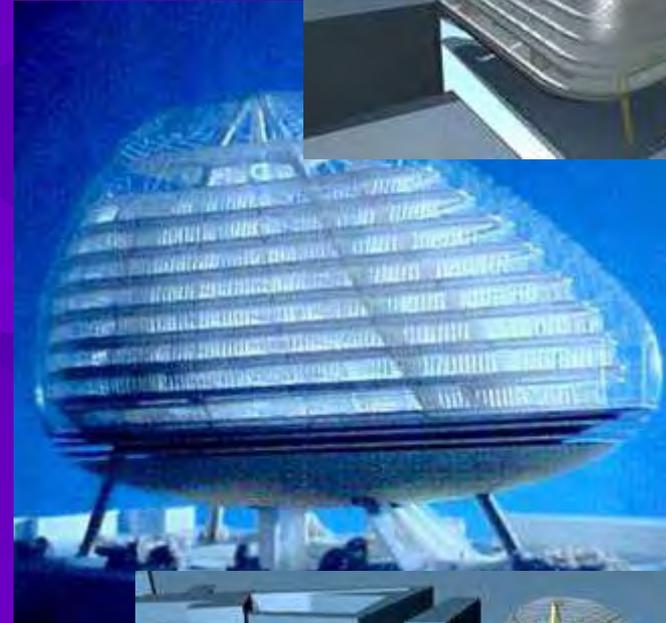
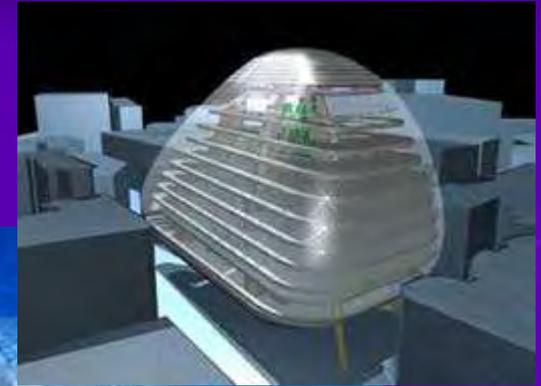


*Cadeira Gazela* (1992)  
Jacqueline Terpis (1950-)

- ❑ **CERÂMICA ORGÂNICA:**  
Material resultante da prensagem de argila, água e materiais orgânicos, principalmente folhas de árvores, usado para a criação de utensílios domésticos (pratos, copos, vasos, etc.).

Future Systems  
*Green building project (1990)*

- A avaliação da **SUSTENTABILIDADE** de uma construção faz-se através da *Análise do Ciclo de Vida – ACV* da edificação, a qual é aceita por toda a comunidade internacional como a única base legítima sobre a qual é possível comparar materiais, tecnologias, componentes e serviços utilizados ou prestados.



- Basicamente, a *Análise do Ciclo de Vida* – ACV de uma edificação qualquer considera :
  - *A relação entre a edificação e o entorno:* pré-requisitos para definição do local de implantação da obra; abastecimento (água e energia); destinação de resíduos (gerados pelos processos construtivos e pelas atividades de seus usuários); e poluentes gerados.
  - *A relação entre a edificação e ela mesma:* planejamento, projeto, design, execução, processos construtivos e materiais utilizados.
  - *A relação entre o ambiente e o homem:* satisfação das necessidades básicas de ergonomia, especificidades, uso, desenvolvimento de suas atividades e emissão de agentes patogênicos ao ser humano.





*Issei Miyake  
Paper Gallery  
(1993)*



*Paper Low Houses (1995)  
Shigeru Ban (1957-)*

- As normas da família **ISO 14.000**, que propõem um padrão global de certificação de produtos e identificação de serviços no segmento ambiental, já incorporam a ACV:

- ✓ **ISO 14040/1998** – Gestão Ambiental, ACV, Princípios e Estruturas
- ✓ **ISO 14041/1998** – Gestão Ambiental, ACV, Definição de Objetivos, Alcance e Análise de Inventários
- ✓ **ISO 14042/2000** – Análise do Impacto do Ciclo de Vida
- ✓ **ISO 14043/2000** – Interpretação do Ciclo de Vida



# ISO 14000

- A certificação internacional ISO 14.000 não é obrigatória nem preconiza exigências absolutas no sentido do desempenho ambiental, servindo mais como uma forma de compromisso e auto-declaração que vem cada vez mais se tornando recomendável para todas as empresas que adotem um *Sistema de Gestão Ambiental – SGA*.

- Em termos gerais, analisa-se o **IMPACTO AMBIENTAL** que uma construção tem sobre o meio ambiente avaliando-se:

- a) Sua implantação em um local determinado e sua integração com o entorno;
- b) Seu comportamento ao longo de sua vida útil, analisado desde a influência do projeto arquitetônico;
- c) Seu consumo energético durante sua vida útil, analisado desde as fontes utilizadas até sua eficiência.
- d) As características dos materiais utilizados, pelo impacto que produzem sobre o meio ambiente durante seu processo de fabricação, sua vida útil e a sua fase de reciclagem ou eliminação.

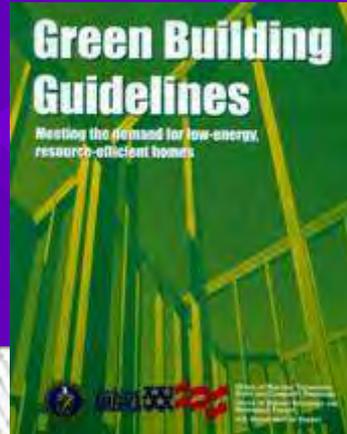
**Hotson Bakker**  
*Richmond City Hall*  
(1990/94, Virginia EUA)



**CuijkTorens**  
(1997/99, Woningen Hol.)  
Peter van Gerwen



*Real Goods Solar Living Center*  
(1997/98, Hopland Cal. EUA)  
Van der Ryan (1948-)



- Em todos os países tem havido ultimamente um grande esforço dos governos em enfatizar a **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**, buscando criar sistemas de gestão e avaliação das obras construídas, como o *Construction International Board – CIB*, existente na União Européia.

*Bateson Building*  
(1977/80,  
Cal. EUA)



- Em 1990, especialistas britânicos em **ECOTECNOLOGIA** lançaram uma tabela de avaliação denominada *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* – BREEAM, a qual estabelecia elementos de análise construtiva:

- ✓ **Gestão, saúde e bem-estar**
- ✓ **Energia (consumo e emissões de CO<sub>2</sub>)**
- ✓ **Transporte (distâncias e emissões de CO<sub>2</sub>)**
- ✓ **Consumo de água**
- ✓ **Impacto ambiental dos materiais de construção**
- ✓ **Uso das superfícies (ajardinadas e impermeabilizadas)**
- ✓ **Valorização ecológica do lugar**
- ✓ **Contaminação do ar e água**



**Ken Yeang (1948-)**  
***Menara Mesiniaga Building***  
**(1990/93, Selangor Malásia)**

- Segundo a quantidade de pontos obtidas para cada item, o edifício recebia a qualificação de suficientemente bom, muito bom ou excelente. Como resultado, em 2000, mais de 500 obras foram realizadas seguindo este método de avaliação ecológica.



***Bureaux ISOMER*** (1990/93, Nantes França)  
**Jacques Ferrier (1958-)**

- A **HOLANDA** foi um dos primeiros Estados europeus a se comprometer com a sustentabilidade. Entre 1995 e 2000, foram lá produzidos vários manuais de construção, além da elaboração da **Tabela DCBA**, que hierarquizava diferentes níveis de intervenção, de acordo com 04 (quatro) escalas de fatores e resultados:



**A = Edifício autônomo de impacto mínimo**

**B = Edifício de impacto muito reduzido**

**C = Edifício convencional com correção de impacto**

**D = Projeto de edifício convencional**



■ Na **FRANÇA**, o índice da construção sustentável aplicado atualmente é o *Haute Qualite Environnementale* – HQV, que procura estabelecer um padrão comparativo que oriente o projeto na direção de sua *sustentabilidade*.

■ Na **ESPAÑA**, o *Institut Ildefons Cerdá* de Barcelona e o *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energia* – IDAE de Madrid criaram a **Guía de la edificación sostenible** (1999).

F. H. Jourda & G. Perraudin  
*Palais de Justice* (2000/04, Melun Fr.)

Nicolas  
Grimshaw  
(1939-)  
*British Pavillion*  
(1992, Expo  
Sevilla Esp.)





Rafael Viñoly (1944-)  
*Carl Ichan Laboratory Genomics Institute*  
(2000, Princeton University, N. Jersey EUA)

- Nos EUA, existe o *Leadership in Energy & Environmental Design – LEED*, que é um índice na área de energia baseado em uma pontuação que corresponde a um extenso questionário e, conforme o número de respostas afirmativas, o projeto é considerado *sustentável*, classificando-se como prata, ouro ou platina.



*Kimmel Center for the Performing Arts*  
(2004, Philadelphia Penn. EUA)

- No **BRASIL**, há alguns índices de sustentabilidade sendo desenvolvidos, entre os quais o derivado do *Sistema de Análise e Avaliação Sócio-Humano-Ambiental* – SAASHA, que, baseando-se nos anteriores, faz basicamente uma ACVE por meio de 320 questões.

- O *Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica* – IDEHA, com sede em São Paulo SP, é um dos pioneiros no país na pesquisa sobre a construção sustentável.



*Paisagismo interno do  
Palácio do Alvorada  
(1960, Brasília DF)  
R. Burle Marx*



- Paralelamente, está sendo implantado o **CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**, estruturado nos moldes do *U.S.Green Building Council* – USGBC (de certificação voluntária).
- Seu maior objetivo será instruir os fabricantes de materiais de construção a reduzir o impacto ambiental e social, através de um *conselho científico*, responsável pela pesquisa, e um *corpo operacional*, que dará apoio ao mercado.

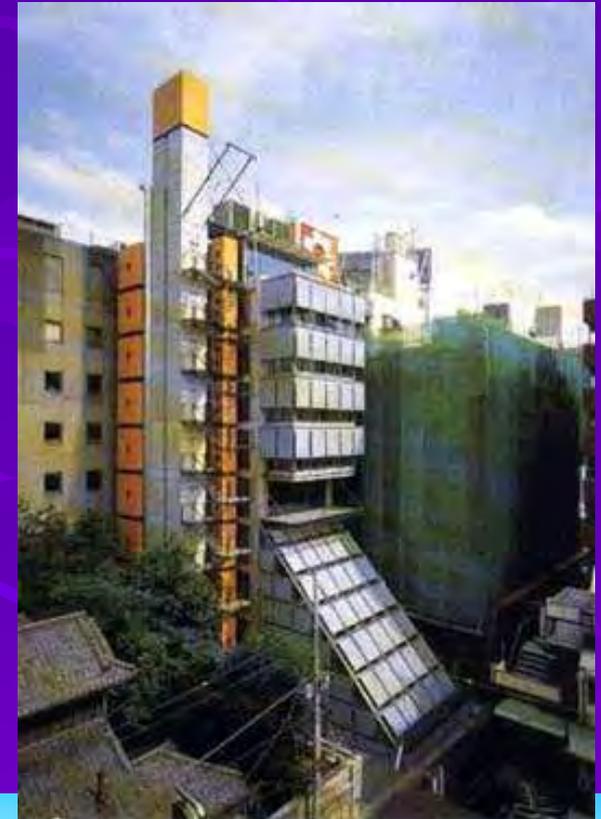


# Ecotecnologia

- Nas últimas décadas, a pesquisa corrente das estruturas e formas de organização reais dos fenômenos naturais possibilitou o desenvolvimento de várias tecnologias ecológicas, que passaram a ser aplicadas na **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**.
- Da década de 1970 até hoje, inúmeros avanços foram feitos na direção de encontrar práticas construtivas sustentáveis, as quais fizeram criar uma tipologia arquitetônica própria, inspirada **pela ECOTECHNOLOGY** e em fase constante de experimentação em todo o mundo.

Richard Rogers (1933-)  
*Kabuki-Cho Building*  
(1993/96, Tokyo Japão)

- Denominam-se **PRÁTICAS VERDES** justamente essa incorporação de preocupações ambientais na concepção e *construção sustentável*, as quais abrangem desde a seleção de materiais e técnicas até a instalação de equipamentos especiais, fontes alternativas de energia e novos métodos de gestão construtiva.



*Palazzo ENI*  
(2000/04, Roma Itália)  
Emílio Ambasz (1943-)



- **Uso de *cobertura do telhado com grama*, que é isolante térmico, deixando a edificação fresca no verão e mais quente no inverno, além da utilização de clarabóias para melhorar a iluminação natural do interior.**

**Peter van Gerwen  
*Ecolonia*  
(1995, Woningen  
Holanda)**



***Greenroof Plateau*  
(2004, Mont-Royal França)  
Owen Rose**



***Heeley City Farm Training and Resource Centre***



**CMPBS – Plinny Fisk III (1944-)**  
***Advanced Green Builder Demonstration***  
**(1994/97, Austin Texas EUA)**



■ Emprego de *materiais reciclados*, duráveis e de baixa toxicidade, tais como pneus preenchidos de pedregulho e terra para execução de escadas; garrafas de vidro para fechamento de janelas e tanques de *plastocimento* (mistura de ferro, sacos de cebola e concreto fino) para receber a água da chuva proveniente do telhado.



***Paper House***  
**(1995, Yamanashi Lake)**  
**Shigeru Ban (1957-)**

Hermann Kaufmann  
*Wohnanlage Housing*  
(1997, Alemanha)

- **Uso de estruturas e paredes feitas de *terra* – que é um excelente isolante térmico, diminuindo gastos com ar-condicionado e aquecedor – ou de *bambu e madeiras de reflorestamento*, que têm baixo custo de produção e não degradam o meio ambiente.**



*Pintu Merah*  
*Red Door*  
(2001, Darwin  
Austrália)  
Hully Liveris



*Sadat Resthouse*  
(1981, Garf Hoseyn Egito)  
Hassan Fathy



David Grey  
*Heeley City Farm Training  
& Resource Centre (1981/3)*



- Além da terra e das madeiras de reflorestamento, também se empregam *tijolos de solo-cimento* (não são queimados em fornos que consomem madeira) e *telhas ecológicas* (feitas de aparas de tubos de creme dental).
- Como alternativa ao PVC, há o *polietileno* e *polipropileno* para as tubulações; a *poliamida* e o *silicone* para os conduítes; e o *linóleo* para a pavimentação

*Weberhaus*  
(1995/95, Copenhagen Din.)  
Rolf Disch (1945-)

- Criação de *jardins ecológicos* compostos de plantas nativas, que sobrevivem com menos água e cuja irrigação é feita com a água proveniente do chuveiro e pias, a qual passa por filtros de areia, que sugam a gordura e a deixam própria para a reutilização.



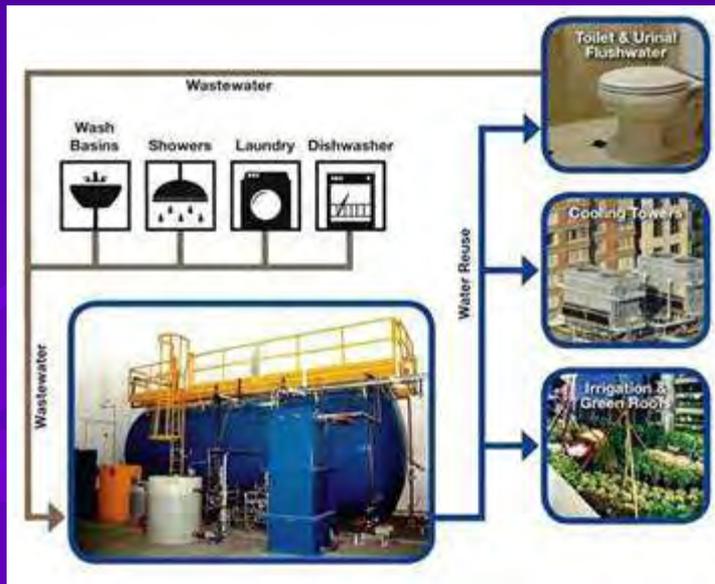
*Mulmur Hills House*  
(1997, Dufferin County  
Ontario Canadá)  
Ian MacDonald



*Wohnanlage Housing*  
(1997, Alemanha)  
Hermann Kaufmann

Rijke Marsh Morgan  
*One Centaur Street Southwark*  
(2003, London Inglaterra)





❑ Reaproveitamento da água de pias e chuveiros para dar descarga, diminuindo o consumo e desperdício de água potável.

❑ Disponibilidade de *açudes* ou *cisternas* localizadas aos fundos da edificação para reserva de água proveniente da chuva, que é captada através de coletores instalados nos telhados; ou ainda de poços para captação de água do subsolo.



*Cotton Tree House (1996/98,  
Sunshine Coast Queensland Austr.)  
Lindsay Clare (1952-)*

Somente 4 dos 150 litros de água potável que uma pessoa consome cada dia são utilizados para beber

- ❑ Instalação de *biogestores*, que recebem o esgoto dos vasos sanitários e o transformam em biofertilizante, o qual geralmente é conduzido por baixo da terra para o quintal ou pomar, onde serve de adubo.



**Teeple Architects**  
***Albert Thornbrough***  
***Building Addition***  
**(2000, Guelph Univ.**  
**Canadá)**



***Agmont América Factory***  
**(2000, Montreal QB Canadá)**  
**Architectes Lemay et Associés**



**Ken Yeang (1948-)**  
***Bioclimatic Skyscraper***



- **Utilização do *paisagismo* como elemento regulador do projeto. Por exemplo, a colocação de muitas plantas em varandas e janelas que recebem mais vento melhora a umidade do ar; e a criação de estufas e jardins internos possibilita maior ventilação e integração dos espaços interiores.**



***Wintertuinen Kattenbroek* (1995/97)**  
**Peter van Gerwen**

**Kongats Architects**  
***Centennial College***  
**(1996/99, Toronto Canadá)**



**Pierre Bonnet  
et Christian Bridel  
*Chaufferie*  
(1998, Bière França)**



- **Geração de energia através de painéis fotovoltaicos instalados na cobertura, além de placas solares para esquentar a água (Custo de investimento alto, pois não há fabricantes nacionais, mas que compensa após certo tempo, pois não se pagará mais contas de luz).**



***Balcomb Residence*  
(1970/73, Santa Fé, N. Mexico EUA)  
William Lumpkins (1909-)**

# *Energia solar*



- Com a ajuda de coletores, pode-se transformar os raios solares em calor e utilizá-los na calefação, na obtenção de água quente ou na ventilação térmica.
- Além disso, o uso racional de geradores produz energia elétrica, cujo aproveitamento pode ser eficiente e criativo.