

a vida dos edifícios

António Lobato Santos

Lisboa, FAUTL

4 Abril de 2011

"Vous savez, c'est toujours la vie qui a raison, l'architecte qui a tort."

(in Pessac de Le Corbusier, Philippe Boudon, éd. Dunod, 1969, p. 2)



Les Quartiers Modernes Frugès, Pessac
Projecto Le Corbusier, 1925



Villa Savoye 1931 - 2011



Villa Savoye , na década de 1950

PERMANÊNCIA



Panteão (Roma), séc. II AC.



Anfiteatro (Mérida), séc. I AC.

VIDA ÚTIL

- Período durante o qual as construções respondem às exigências de funcionamento para as quais foram projectadas e construídas.
- De uma forma geral e em resposta a várias exigências, todas as construções se transformam a partir da conclusão da construção.
- Esse processo de transformação é constante e pode ser analisado em três dimensões distintas e interligadas:

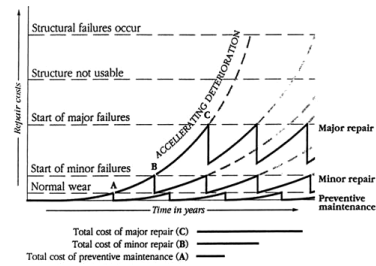
Vida Útil Física (ou Técnica) - longevidade física da construção;

Vida Útil Funcional - adaptação às exigências de utilização;

Vida Útil Económica - desempenho enquanto fonte de rendimento.

VIDA ÚTIL FÍSICA (OU TÉCNICA)

- Dimensão da vida das construções mais estudada (porque mais facilmente observada);
- Determinada a partir da noção de perda de desempenho (degradação);
- O protelamento de degradação exige reinvestimentos constantes;
- O fim da Vida Útil Física equivale à ruína ou destruição da construção.



(Brand, 1996)

VIDA ÚTIL FUNCIONAL

- Dimensão da vida das construções de mais difícil quantificação (porque relativa);
- Determinada a partir da noção de desajuste ao uso (obsolescência);
- Muito afectada pela evolução dos padrões de conforto, regulamentação aplicável e fenómenos de moda;
- Na grande maioria dos casos, verifica-se tendência constante para aumento da superfície encerrada.



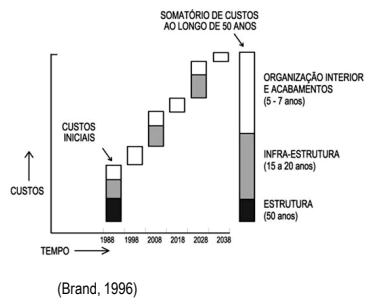
Salas Polivalentes da Faculdade de Ciências Médicas, Lisboa
(Projecto Nuno Brandão Costa, 2003-2005)



Rebaixamento de laje,
Edifício Optimus Lisboa, 1997

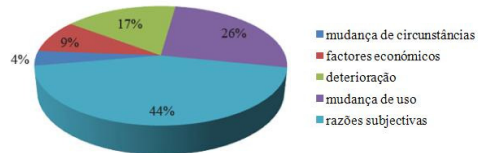
VIDA ÚTIL ECONÓMICA

- Dimensão da vida das construções relacionada com a sua condição de fonte de rendimento;
- Determinada a partir de relação entre os proveitos e despesas (consumo energético, manutenção, exploração);
- Pode precipitar o fim da vida do edifício, independentemente do desempenho nas outras dimensões.

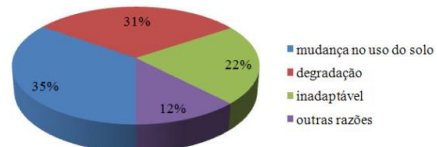


FIM DA VIDA ÚTIL

Motivos para intervenção em edifícios
(Aikivuori, 1999)



Motivos para demolição
(Horst *et al.*, 2005)



FIM DA VIDA ÚTIL



alteração no uso do solo
Escola Secundária Afonso Domingues (1960 - ...)



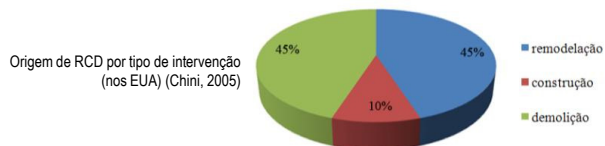
obsolescência / inadequação regulamentar
Biblioteca Municipal de Grândola (1989 -)

RCD (RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO)

- 4,4 milhões de toneladas por ano (Farinha, 2004);
- massa equivalente a RSU e RI (em alinhamento com média europeia)
- elevado impacto ambiental (deposição ilegal);
- valorização incipiente, inferior a 5% (Symonds, 1999);
- enquadramento regulamentar em forte evolução (DL 46 / 2008).



ORIGEM DOS RESÍDUOS



Hotel João XXI, Lisboa (Projecto Falcão de Campos, 2009 -...)
Remodelação implica remoção de 70% da massa original (3500 toneladas)

PROCESSAMENTO / VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS

- Principais opções de valorização propõem transformação de resíduos em recursos;
- "Reciclagem" é opção mais popular mas implica processamento industrial e consumo de energia / emissões;
- "Reutilização" e "Redução" são ambientalmente mais eficazes mas exigem maior esforço ao consumidor.



Reduzir	Prevenção
	Redução
Reutilizar	Reutilização de componentes
	Reutilização de materiais
Reciclar	Uso compatível (em função distinta)
	Imobilização com uso adequado (RIP)
	Imobilização (RIP)
	Incineração com recuperação de energia
	Incineração
	Aterro

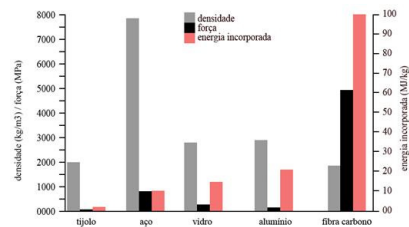
(Delft - Lansing, 1980)

OS EDIFÍCIOS COMO AGLOMERADOS DE MASSA



ENERGIA INCORPORADA

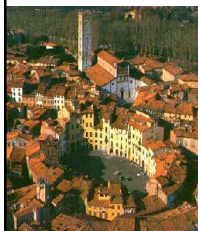
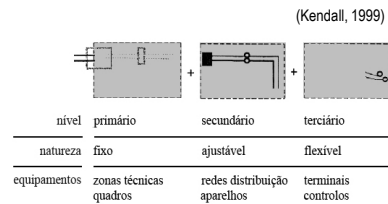
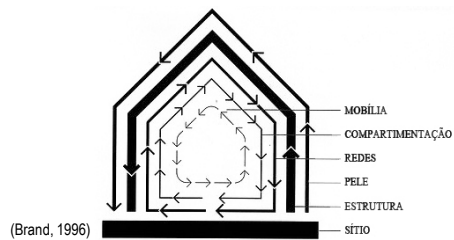
- conceito permite representar investimento energético na extração, transformação e uso de materiais (ou elementos), a partir da massa dos mesmos;
- possui rigor relativo: índice unitário (de um mesmo material) varia de acordo com factores locais;
- permite distinguir três "tipos" distintos de materiais:
 - "naturais" (índices unitários entre 0,02 e 5 MJ/kg);
 - "industriais" (índices unitários entre 5 e 50 MJ/kg);
 - "sintéticos" (índices unitários superiores a 50 MJ/kg);
- pode ser usado como indicador de impacto ambiental;
- permite avaliar desejabilidade de colheita / reutilização;
- a energia incorporada pode constituir até 40% da energia total de uma construção (dependendo da tecnologia e do momento da construção).



Elementos / materiais	Massa (kg)	MJ/kg	Energia incorporada (MJ)
Elementos estruturais			
Elementos estruturais em aço	159.900	14,25	2.278.575
Armaduras (em betão armado)	38.360	10,00	383.600
Betão (B30)	1.383.120	1,20	1.659.744
Paredes exteriores (com acabamentos)			
Parede de alvenaria de tijolo 30x20x20 cm, com reboco	5.384	2,50	13.460
Parede de alvenaria de tijolo 30x20x15 cm e 30x20x11 cm, com caixa de ar, com reboco	35.148	2,50	87.871
Isolamento térmico rígido (espessura 30 mm)	71	72,20	5.147
Painéis cimento-madeira VIROC (espessura 22 mm)	18.701	9,50	177.657
Painel com 3,50x3,25 m, em tubo RSH 30x30x4 mm	7.075	14,25	100.813

CAMADAS E NÍVEIS

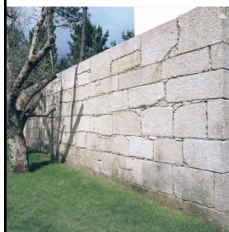
Os edifícios podem ser entendidos como sendo constituídos por camadas de diferente longevidade (funcional / construtiva), sujeitas a distintos níveis de controle (sociedade, comunidade, indivíduo).



LIGAÇÕES E TRANSFORMABILIDADE

Os materiais e elementos constituintes dos edifícios podem ser unidos entre si por ligações :

gravíticas



mecânicas



físico-químicas



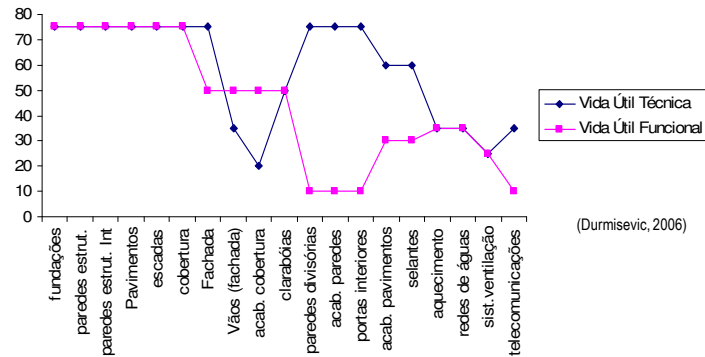
químicas



a reversibilidade das ligações condiciona o grau de transformabilidade das estruturas (de fixas a transformáveis),

DURABILIDADE E FUNCIONALIDADE

- evolução funcional constante e ligações irreversíveis entre materiais conduzem à produção de resíduos;
- verifica-se diferencial entre "utilidade" e "durabilidade" na generalidade de materiais e elementos;
- remoção prematura das construções conduz a desperdício de materiais válidos / reutilizáveis;



REUTILIZAÇÃO: ANTECEDENTES HISTÓRICOS

- recorrente até Idade Média por aspectos práticos e / ou simbólicos (dando azo ao termo latino *spolia*);
- possível a diferentes escalas: edifícios, componentes / elementos, materiais;
- potenciada por disponibilidade limitada de materiais, dificuldades logísticas, tipo de materiais e fragilidade das ligações;
- diminuiu com Revolução Industrial (aumento de complexidade funcional / estrutural; disponibilidade de materiais novos)



REUTILIZAÇÃO INTEGRAL *IN SITU* (ADAPTIVE REUSE)



Bankside PowerStation / Tate Modern Gallery
 Projecto original - Sir Giles Gilbert Scott, 1947-1963
 Projecto de alterações - Herzog & de Meuron, 1995-2000

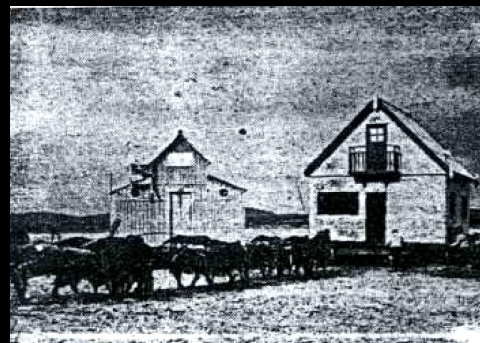


Tróia Design Hotel
 Projecto original - Conceição Silva, década de 1970
 Projecto de alterações - Promontório Arquitectos, 2008

REUTILIZAÇÃO INTEGRAL POR DESLOCAÇÃO (CURTA OU LONGA)



Deslocação de Igreja do séc. XIII, com 830 toneladas (Mammoet, 2007)



Deslocação de casa de pescadores, Trafaria (in Diário Popular, 17/01/1951)

REUTILIZAÇÃO INTEGRAL COM DESMONTAGEM / REMONTAGEM



Deslocação de armazém, Rotterdam
(Dorsthorst, 2002)



Museu ao ar livre Den Gamle By (A Cidade Velha), Aarhus
(1912 - ...)

REUTILIZAÇÃO INTEGRAL COM DESMONTAGEM / REMONTAGEM



De Pavilhão da EXPO98 em Lisboa a Casa de Chá em Loures (2007) > preservação de 10% da massa / 43% da energia incorporada

REUTILIZAÇÃO INTEGRAL COM DESMONTAGEM / REMONTAGEM

Pavilhão de Portugal, Rio de Janeiro, 1923



Palácio das Exposições, Lisboa, 1932
Pavilhão Carlos Lopes, 1984
Museu Nacional do Desporto, 2011

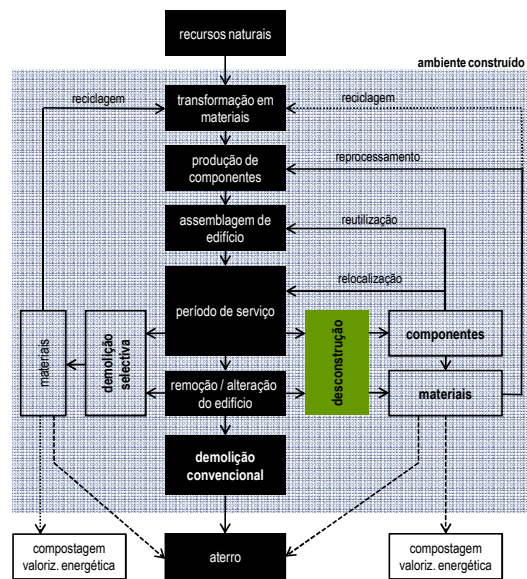
Pavilhão de Portugal, Hannover, 2000



Orquestra Clássica do Centro, Coimbra, 2000

DECONSTRUÇÃO

- **actividade:** desmantelamento de um edifício para obter maior número possível de materiais reutilizáveis (ou, em última opção, recicláveis);
- condicionada por aspectos sociais, culturais, económicos, tecnológicos; (tal como a construção);
- motivação diversa: exaustão de aterros, esgotamento de recursos naturais, imposição legal, consciência social;
- mais comum em construções em madeira e tijolo, pela facilidade de reversão de ligações mecânicas e posterior reutilização;
- benefícios (directos) incluem:
 - redução do volume de resíduos a aterro;
 - facilitação da reciclagem / reutilização;
 - preservação de recursos insubstituíveis;
 - criação de emprego / formação profissional.



(adaptado de Crowther, 2000; Schultmann & Sunke, 2007)

REUTILIZAÇÃO: ESTRATÉGIAS

Estratégia	Descrição	Apreciação
<i>Existente</i>	Os materiais existem previamente à elaboração do projecto, numa construção pré-existente no local a ser substituída, sendo o projecto elaborado em torno dos materiais disponíveis	• maximiza possibilidade de integração de materiais; • potencialmente limitativa para os projectistas (expressão); • empreiteiro pode inspeccionar previamente os materiais.
<i>Projecto</i>	Os materiais a reutilizar são identificados e adquiridos consoante o desenvolvimento do projecto (numa lógica iterativa de influência mútua).	• compatível com imagem arquitectónica diversificada; • exige maior investimento do promotor; • empreiteiro pode inspeccionar previamente os materiais.
<i>Obra</i>	Os materiais a reutilizar são adquiridos ao longo da obra, em substituição de materiais novos (previstos em projecto).	• remete a aquisição de materiais para empreiteiro ; • menos desejável para projectistas; • probabilidade de integração de materiais reduzida.



REUTILIZAÇÃO DE COMPONENTES E MATERIAIS

Oficinas MAT-LAB (CA)



Protótipo PLATTENPALAST (DE)



BIG DIG House (EUA)



Institut für Architektur, Hombroich
Álvaro Siza+Rudolf Finsterwalder , 1995-2008
(foto Seier+Seier,, 2008)

REUTILIZAÇÃO DE COMPONENTES E MATERIAIS



Villa WELPELOO, Enschede (NL)
Projecto 2012 Architecten



REUTILIZAÇÃO: SÍNTESE

- É praticamente impossível elaborar um projecto apenas com materiais reutilizados, salvo condições excepcionais;
- Selecção de materiais a reutilizar implica critérios de decisão adicionais em relação aos usados na escolha de materiais novos;
- A integração de materiais recuperados obriga a maior complexidade do processo de decisão / projecto;
- Quanto maior é a complexidade de um elemento, menor é a probabilidade de poder ser reutilizado / integrado;
- Os materiais capazes de serem transformados para se ajustarem às características de projecto tendem a ser mais reutilizados;
- Existem momentos ideais (em projecto) para a integração de diferentes elementos, por camada / nível da construção;
- É possível avaliar a viabilidade (técnica) e benefício (ambiental) da reutilização de elementos por "camada";
- Da prática, verifica-se que (de modo geral) a efectiva reutilização de materiais, elementos e componentes depende mais de aspectos logísticos, contratuais e sociais do que de condicionantes técnicas e económicas.

PROJECTAR PARA A PRESERVAÇÃO DE MATERIAIS

- "Projectar edifícios adaptáveis, construídos com componentes passíveis de serem desconstruídos, recuperados e reutilizados e com materiais passíveis de serem separados e reutilizados aquando do fim do seu período de serviço ou de vida útil" (Hurley & Hobbs, 2005);
- benefícios principais:
 - redução do volume de RCD futuros;
 - disponibilidade futura de materiais, elementos e componentes para reutilização ou reciclagem;
 - rentabilização ambiental da energia incorporada;
 - maximização do valor de um edifício e seus componentes;
 - facilitação de acções de manutenção; (por acessibilidade / desmontabilidade acrescidas)
 - facilitação de acções de alteração e/ou melhoria de desempenho; (voluntárias ou exigidas legalmente)
- Preservação futura de recursos tem de ser articulada com outras expectativas (legitimamente) aplicáveis aos edifícios (expressividade, funcionalidade, durabilidade) e com condicionantes locais (culturais e técnicas).



PROJECTAR PARA A PRESERVAÇÃO DE MATERIAIS: PRINCÍPIOS E REQUISITOS

se uma construção não puder ser reciclável, então deverá ser desmontável e/ou adaptável;

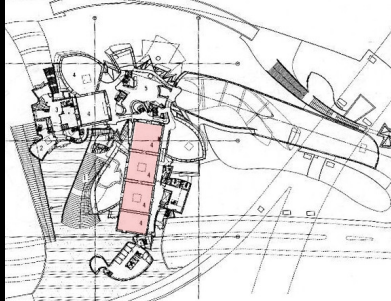
se uma construção não puder ser desmontável, então deverá ser reciclável e/ou adaptável;

se uma construção não puder ser adaptável, então deverá ser reciclável e/ou desmontável.

Opção	Escala	Requisito	Princípios de Projecto
Redução	Edifício	Adaptável	Adaptabilidade
Reutilização	Elementos / Componentes	Desmontável	Simplicidade Independência Desmontabilidade
Reciclagem	Materiais	Reciclável	Materialidade

ADAPTABILIDADE (1)

regularidade espacial / estrutural



Museu Guggenheim, Bilbao (Piso 2)
Projecto Frank Gehry, 1997

sobredimensionamento espacial



Silo Auto IKEA Alfragide
(expansão 2009)

sobredimensionamento (infra)estrutural



Torres Colombo
(expansão 2008-2011)

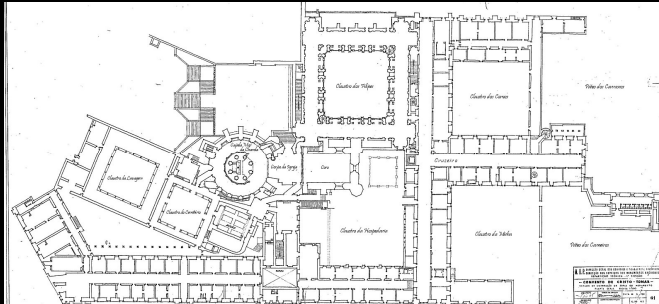
ADAPTABILIDADE (2)

intercomunicabilidade espacial



Faculdade de Arquitectura, U. Minho
Projecto Fernando Távora, 199...

sistemas de circulação aberta / previsão de pontos de expansão



Planta do Convento de Tomar
(Séc. XII – Séc. XVI)

SIMPLICIDADE

minimizar componentes diferentes



Praça de EntreCampos,
Projecto Promontório, 2006

privilegiar o uso de módulos (pré-fabricação)



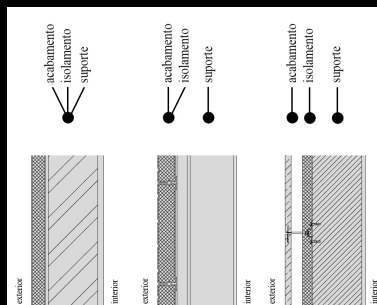
privilegiar materiais leves



Mercado da Comenda, Gavião
Projecto MXT Arquitectos, 2006

INDEPENDÊNCIA

promover autonomia funcional



promover uso de elementos base



IRCAM, Paris (detalhe da fachada)
Projecto Renzo Piano, 1990

promover coordenação da vida útil

Período de serviço previsto		Vida útil a providenciar se substituição for:		
designação	duração	fácil	difícil	impossível
"curto"	10 anos	10 anos	10 anos	10 anos
"médio"	25 anos	10 anos	25 anos	25 anos
"normal"	50 anos	10 anos	25 anos	50 anos
"longo"	100 anos	10 anos	25 anos	100 anos

(EOTA, 1999)

DESMONTABILIDADE

- garantir acesso físico aos elementos;
- identificar pontos de desmontabilidade;
- promover geometrias de bordo adequadas;
- privilegiar sequências de montagens paralelas;
- privilegiar uniões reversíveis;
- usar ligações químicas fracas.

Dep. Electrotecnia, U. Coimbra
Proj. Gonçalo Byrne, 1993-96



Centro de Documentação, Belém
Proj. Carrilho da Graça, 2003



Capela St Ignatius, Seattle
Projecto Steven Holl, 1999



MATERIALIDADE (COMPATÍVEL)

- privilegiar materiais de qualidade e duráveis;
- privilegiar materiais recuperados;
- privilegiar materiais reciclados;
- privilegiar materiais recicláveis ou biodegradáveis;
- minimizar o número de diferentes tipos de materiais;
- homogeneizar unidades inseparáveis;
- reduzir acabamentos secundários;
- providenciar identificação permanente;
- minimizar a utilização de materiais tóxicos ou perigosos.

Pavilhão Alemão, Expo Internacional 1929, Barcelona
Proj. Mies van der Rohe, 1928 / Reconstruído em 1986



PROJECTAR A DESMONTABILIDADE (1)

Swiss Sound Box 2000, Hannover
Projecto Peter Zumthor, 1999

2.800m³ de madeira, unidos apenas por compressão



PROJECTAR PARA A DESMONTABILIDADE (2)

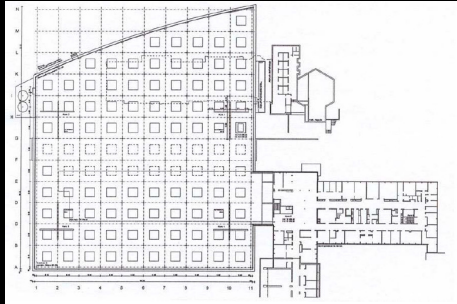


Office Building XX, Delft
Projecto Jouke Post, 1999

Concebido para ser desmontado ao fim de 20 anos

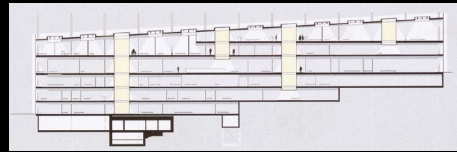


PROJECTAR PARA A DURABILIDADE / ADAPTABILIDADE (1)

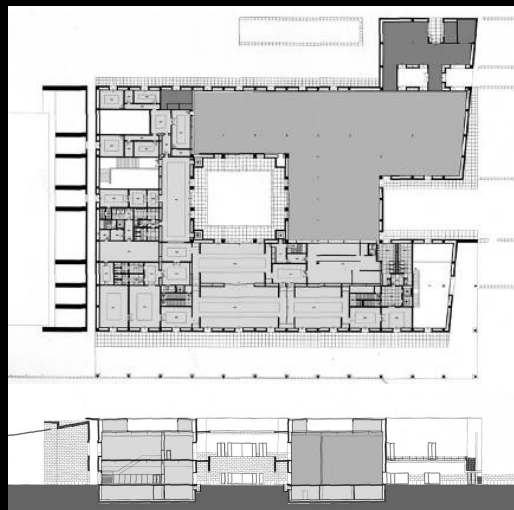


Novo Hospital INO, Berna
 Nivel 1 (100 anos) – Projecto Zeitraum, 1997-2005
 Nivel 2 (20 anos) – Projecto Itten+BrechBuhl, 2003 -...
 Nivel 3 (5 anos) - ...

Concebido por diferentes níveis / arquitectos



PROJECTAR PARA A DURABILIDADE / ADAPTABILIDADE (2)



Pavilhão de Portugal, Expo 98, Lisboa
 Projecto Álvaro Siza, 1995-1998

Conciliação de pertinência urbana e indefinição programática

PROJECTAR PARA A PRESERVAÇÃO DE MATERIAIS: DESAFIOS E POSSIBILIDADES

- potencial incompreensão do conceito (por promotores , projectistas e / ou utilizadores);
 - falta de "procura" / receio de custos iniciais mais elevados;
 - conflito com rentabilização do processo de projecto;
 - potencial conflito com outras dimensões da construção sustentável;
 - dificuldade em estimar e comprovar benefícios (embora existam já metodologias com diferentes enfoques);
 - parcialmente incompatível com algumas matrizes históricas de construção (*pesado e molhado*).
-
- acrescenta valor ao facilitar alterações futuras;
 - facilita manutenção;
 - convergência com requisitos de sistemas de certificação ambiental;
 - compatibilidade com capacidades e maturidade do sector de construção nacional;
 - benefícios a médio / longo prazo em programas funcionais sujeitos a flutuações demográficas (escolas, centros de saúde), tecnológicas (hospitais, serviços) ou funcionais (tribunais, faculdades);
 - convergência com exigências futuras aplicáveis aos edifícios (Regulamento Geral das Edificações);
 - facilitação de resposta a flutuações no mercado imobiliário;
 - compatível com pluralidade de abordagens e linguagens arquitectónicas.

SÍNTESE FINAL

- A evolução da construção contemporânea (materiais, ligações, período de vida) justificam atenção aos temas;
- A responsabilidade dos projectistas como gestores de recursos ao longo do tempo é incontornável;
- É no momento do projecto que se definem as características que condicionam o desempenho ao longo do tempo

"Building is not something you finish. Building is something you start."

Stewart Brand, 1996