

CONSTRUÇÃO Q+

WORKSHOPS TRANSIÇÃO AMBIENTAL

SUSTENTABILIDADE, DESCARBONIZAÇÃO E ECONOMIA CIRCULAR NO SETOR AEC

Ricardo Mateus

AICCO PN
ASSOCIAÇÃO DOS INDUSTRIAIS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL E OBRAS PÚBLICAS NACIONAL



1

INTRODUÇÃO

2

CONCEITOS E METAS EMERGENTES

3

SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO

4

PRINCÍPIOS DE PROJETO E SOLUÇÕES PARA A DESCARBONIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

5

FERRAMENTAS DE APOIO À CONCEÇÃO DE EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS

6

ECONOMIA CIRCULAR

7

CIRCULARIDADE DA CONSTRUÇÃO NO CONTEXTO DA METODOLOGIA LEVEL(s)

Introdução

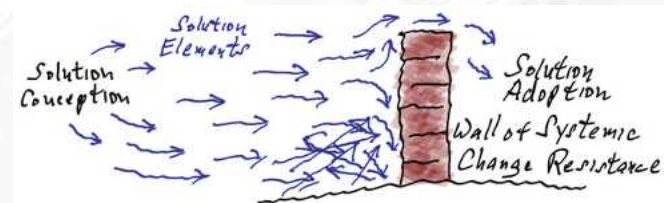
Impacte **ambiental e sustentabilidade** – assuntos na ordem do dia



Os principais decisores continuam **pouco recetivos à alteração de práticas instaladas**

Península Ibérica pouco sensível à construção sustentável

Pergunte-se a Gerardo Wadel, professor e especialista em Tecnologia e Produção do Habitat, qual dos dois países ibéricos está mais sensível e aplicado para com a eco-indústria da construção e a resposta vem pronta: «Em termos gerais, **pode dizer-se que nenhum está suficientemente consciente sobre a questão global. As pessoas continuam a pensar que o problema ambiental não existe, ou que é algo que afectará apenas as gerações futuras, logo, que é um assunto para outros pensarem**»... A História das comunidades também se escreve e conta através dos erros... Alguns pagam-se caros. Só que mais tarde. Mas há já quem, na actualidade, esteja bem desperto. E quem acorde a meio do percurso... As oportunidades andam por aí... **Pág. 7**



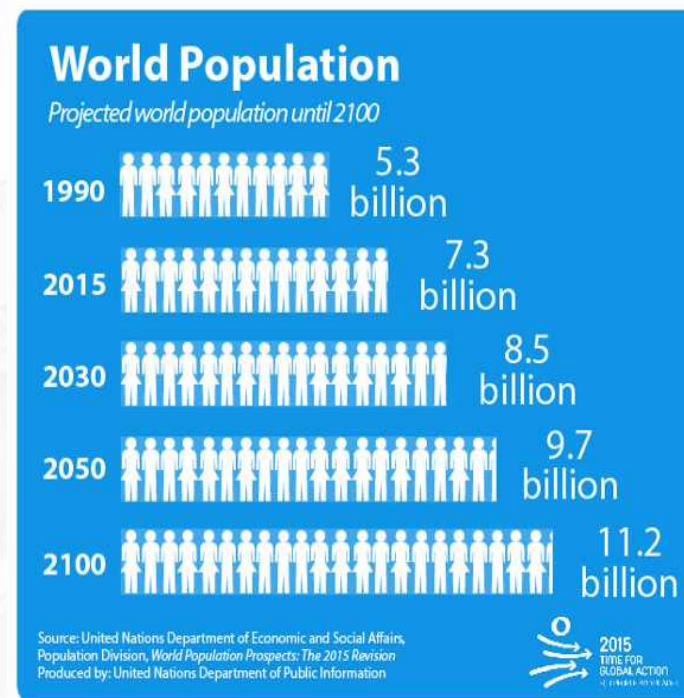
A pressão nos recursos tem

aumentado
exponencialmente



Mina Mir (Sibéria)

Fonte: <https://gigantesdomundo.blogspot.com>



E as consequentes **emissões** também



Ilha de plástico no Pacífico (mais do dobro da área da península Ibérica)
Fonte: USA Today (2018)

O paradigma atual de desenvolvimento tem várias consequências

Até **7,5°C**
de aumento da temperatura
média num horizonte de **80**
anos



publico.pt



azul

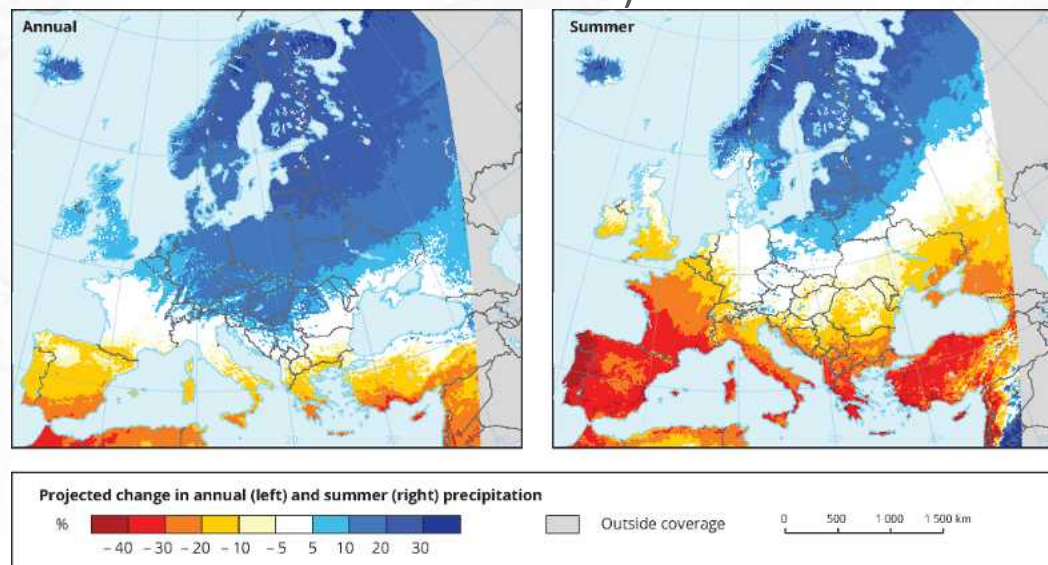
ONDA DE CALOR

Abrasador:
Temperaturas da superfície
do solo ultrapassaram os
60 graus em Portugal



Portugal

é país da Europa onde a redução da pluviosidade mais se irá sentir (stress hídrico)



Fonte: EURO-CORDEX Data

Os fenómenos meteorológicos são cada vez **mais extremos**



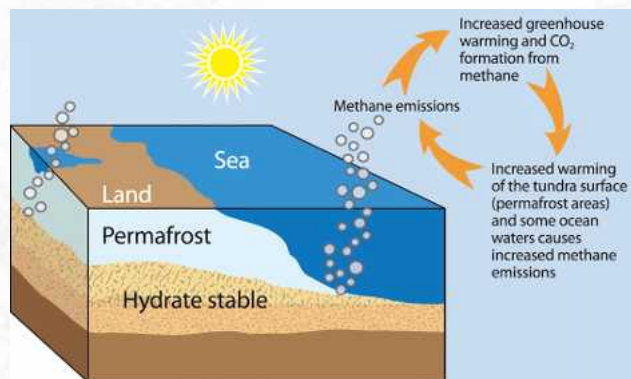
Mont Blanc glacier in danger of collapse, experts warn

Italian mayor orders roads closed and homes evacuated over fears ice will break away



▲ The Kaspergletscher glacier on the Grand Teton peaks of the Mont Blanc massif. Photograph: AFP/Getty Images

Com o derretimento das calotes polares
podemos ter chegado a um ponto de
não retorno



Libertação de metano das zonas geladas do globo (*permafrost*) e consequente agravamento do efeito de estufa
Fonte: EURO-CORDEX Data

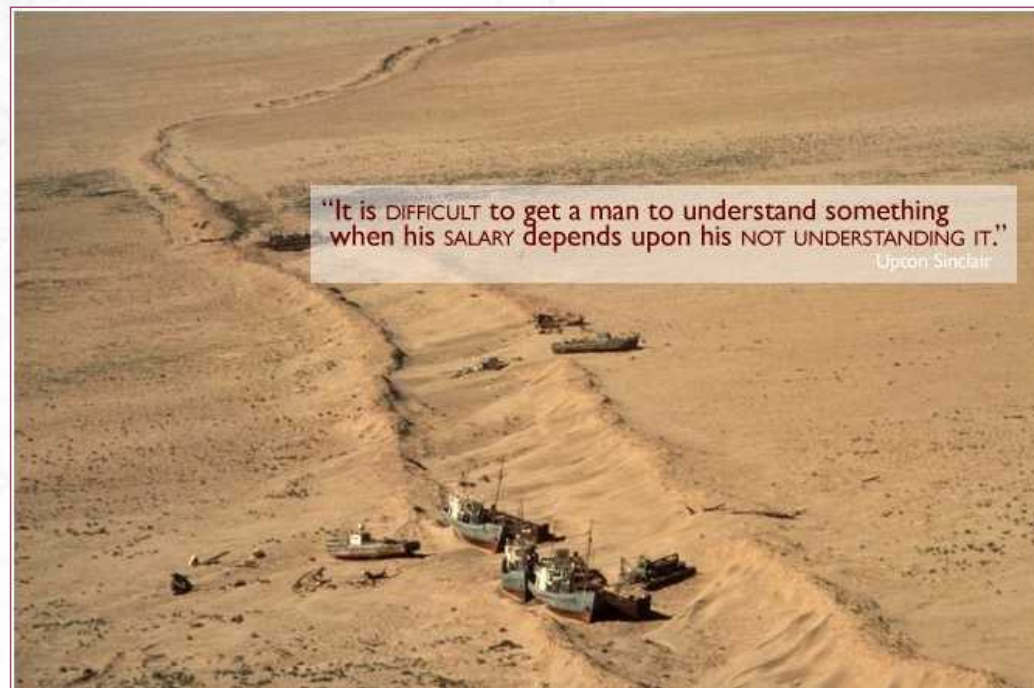
Será esta a **solução**?



Pulling CO2 out of the air and using it could be a trillion-dollar business

Meet "carbon capture and utilization," which puts CO2 to work making valuable products.

By David Roberts | @drvolts | Updated Nov 22, 2019, 2:46pm EST

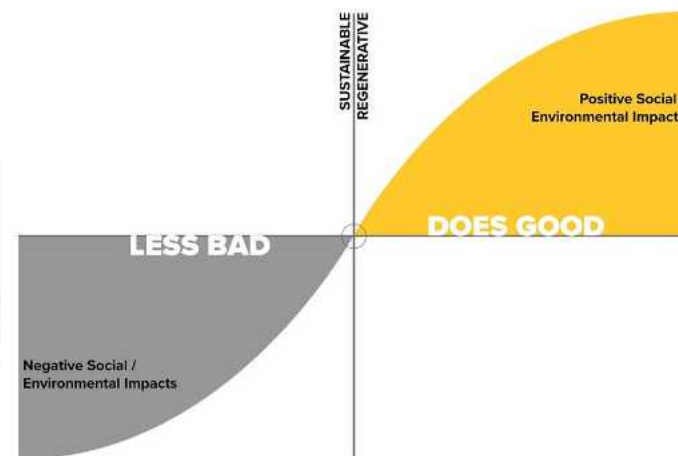


Fonte: <http://www.climatecrisis.net/>

**Conceitos e metas emergentes relacionados
com o desenvolvimento sustentável**

Desenvolvimento regenerativo

O conceito de **desenvolvimento regenerativo** tem vindo a ser considerado a **evolução do conceito de sustentabilidade**. É diferente do primeiro pois assenta na procura de um **impacte positivo nas dimensões sociais e ambientais**.



Ações regenerativas (ex.): **Reabilitação energética** de edifícios; utilização de **materiais de base orgânica**, com grande quantidade de carbono biogénico, durabilidade e renovação rápida nos ecossistemas.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU



Pacto Ecológico Europeu

É roteiro da Comissão Europeia para tornar a **economia da UE sustentável até 2050**



Este objetivo assenta nas seguintes **medidas**:

- Investir em **tecnologias não prejudiciais para o ambiente**,
- Apoiar a inovação industrial,
- Implantar formas de transporte público e privado mais limpas, mais baratas e mais saudáveis
- **Descarbonizar o setor da energia**,
- **Assegurar o aumento da eficiência energética dos edifícios**,
- Cooperar com parceiros internacionais no sentido de melhorar as normas ambientais globais.

Plano de Recuperação e Resiliência (PRR)



No que respeita à **transição climática**:

- Incentivar a **produção sustentável e utilização inteligente de recursos biológicos de base regional**;
- Promover a Investigação & Inovação, reforçando e valorizando a capacidade científica e tecnológica nacional de excelência;
- Desenvolver a bioindústria **circular e sustentável**: Inovação na cadeia de valor e nos processos;
- Sociedade: **comunicar, formar e educar**;
- Monitorizar a Bioeconomia sustentável em Portugal: avaliar a evolução, compreender os limites dos ecossistemas e **promover a certificação**.

REPower EU: Um plano para reduzir rapidamente a dependência dos combustíveis fósseis russos e acelerar a transição ecológica

- **Aumentar a meta** prevista para 2030 em matéria de energias renováveis **dos atuais 40 %**, previstos no pacote Objetivo 55, **para 45 %**;
- Produção de **energia solar nas coberturas** que introduzirá progressivamente a **obrigação legal de instalar painéis solares em novos edifícios públicos e comerciais e em novos edifícios residenciais**;
- A **duplicação da taxa de implantação de bombas de calor** e medidas de integração de energia geotérmica e solar térmica em sistemas de aquecimento urbano e coletivo modernizados.





Introdução ao conceito de construção sustentável

A importância da **indústria da construção**

Impactes ambientais

40%

do consumo
energético
Da UE

36%

das emissões de
gases de efeito
de estufa

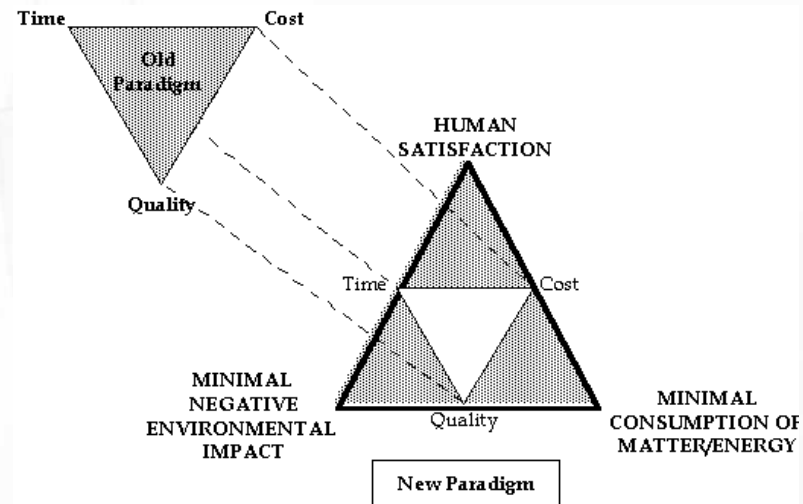
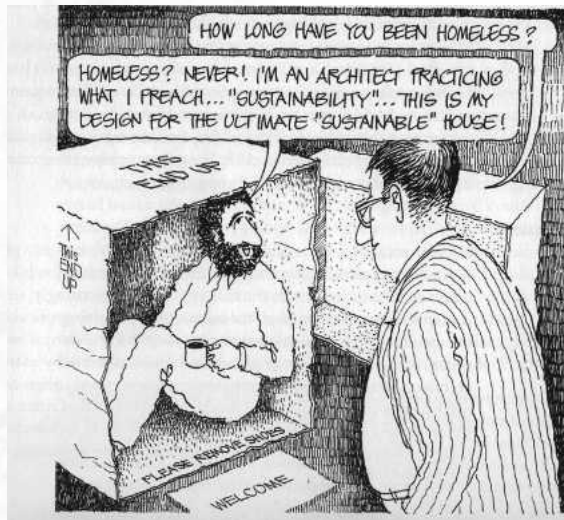
31%

do total
de matéria-prima
consumida

33%

dos resíduos são
RCDs

O conceito “Construção Sustentável”



A construção sustentável é um conceito **muito mais transversal do que a proteção do meio ambiente.**

Normalização

O conceito encontra-se normalizado na ISO e CEN

Normalização
CEN, da escala
do produto, à
escala do
edifício

Frame- work level	EN 15643-1 Sustainability Assessment of Buildings - General Framework			Technical Characteristics	Functionality	
	EN 15643-2 Framework for Environmental Performance of Buildings	EN 15643-3 Framework for Social Performance of Buildings	EN 15643-4 Framework for Economic Performance of Buildings			
	EN 15643-5 Framework for Sustainability Assessment of Civil Engineering Works			Service Life Planning – General Principles (ISO 15686-1)		
Works level	EN 15978 Environmental Performance of Buildings	EN 16309 Social Performance of Buildings	EN 16627 Economic Performance of Buildings	CEN Standards on Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)		
	CEN/TR 17005 Additional environmental impact categories and indicators					
	Pr Sustainability Assessment of Civil Engineering Works (WGE)					
Product level	EN 15804 Environmental Product Declarations	(see Note below)	(see Note below)	Service Life Prediction (ISO 15686-2), Feedback from Practice (ISO 15686-7), Reference Service Life (ISO 15686-8)		
	CEN/TR 16970 Guidance to EN 15804	<p><i>Note:</i> At present, technical information related to some aspects of social and economic performance are included under the provisions of EN 15804 to form part of EPD.</p>				
	EN 15942 Communication format B-to-B					
	CEN/TR 15941 Generic data					

Pilares da construção sustentável

Diferentes abordagens promovem **princípios de projeto** comuns para os edifícios sustentáveis.



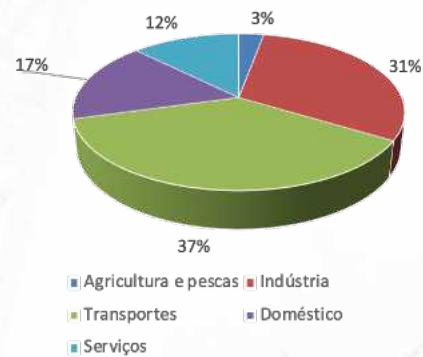


**Princípios de projeto e soluções para a
descarbonização dos edifícios**

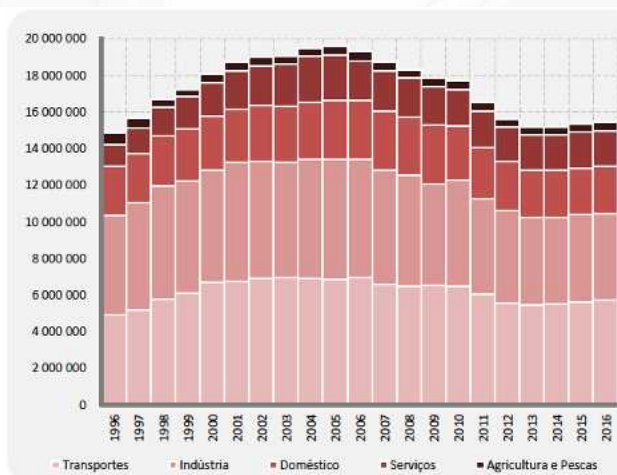
A nível energético

Atualmente os edifícios são responsáveis pelo consumo de cerca de **30% do total da energia** consumida em Portugal.

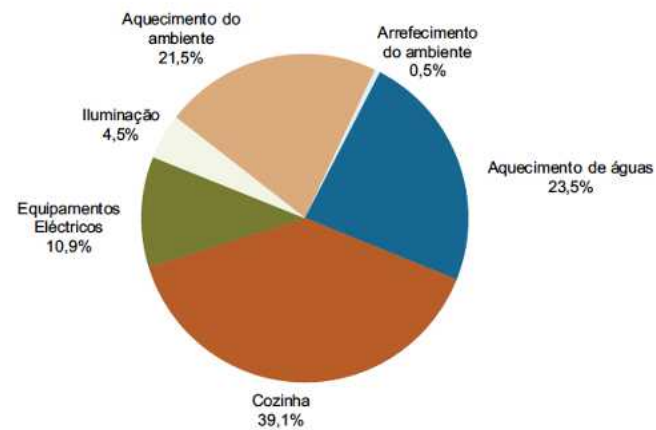
Repartição do Consumo de Energia Primária (tep) em Portugal por Sector (2016)



Evolução do consumo de energia (tep)



O aquecimento de **águas quentes sanitárias** é responsável pelo consumo de parte significativa da energia primária consumida.



Repartição do consumo de energia nos edifícios residenciais

(Fonte: INE/DGEG, 2010)

Edifícios de **necessidades energéticas** quase nulas (nZEB)

São edifícios caracterizados por apresentarem um **desempenho energético muito elevado** e terem as suas **necessidades de energia quase nulas** ou muito pequenas, cobertas em grande medida por **energia proveniente de fontes renováveis**, seja produzida no local ou nas proximidades

1º

Otimizar o
comportamento
passivo

2º

Implementar
sistemas
energéticos
eficientes

3º

Recorrer a
sistemas de
aproveitamento
de energias
renováveis

Otimização do **comportamento passivo**

Compatibilizar o desenho, materiais e soluções construtivas do projeto com o **clima local (edifícios bioclimáticos)**



Temperado



Frio

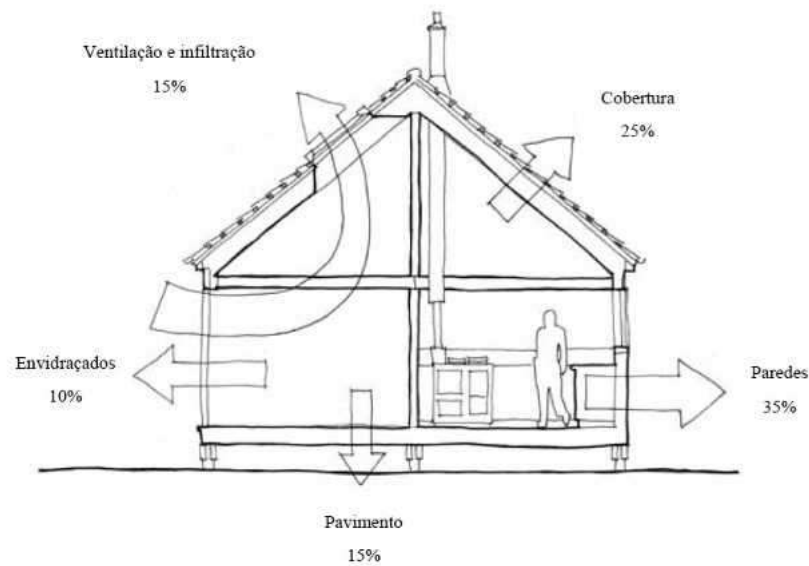


Quente húmido



Quente seco

Aumentar o **isolamento térmico** da envolvente



Perdas térmicas na envolvente de um edifício residencial convencional

Utilização de **sistemas eficientes**

Aumento da eficiência energética na iluminação dos espaços interiores recorrendo, sempre que possível, à **iluminação natural** (mais económica, mais eficiente)



Tubo solar (exemplo)

Utilizar lâmpadas com **elevada eficiência luminosa** (lm/W)

Menos eficientes

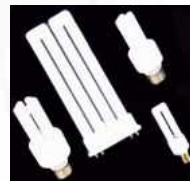
Mais eficientes



Incandescentes



Halogéneo



Fluorescentes
compactas (LFC)



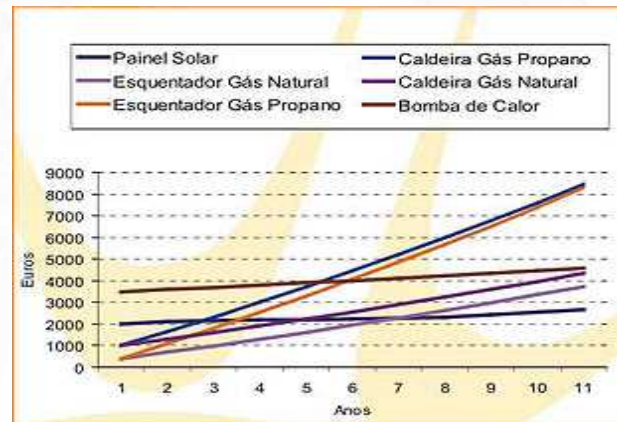
Fluorescentes
tubulares



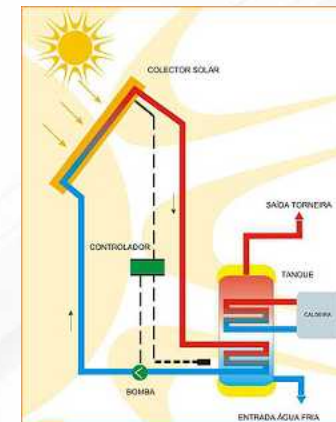
Tecnologia
LED

Aproveitamento de **Energias Renováveis**

Sistemas solares térmicos (para o Aquecimento das Águas Quentes Sanitárias (AQS))



Fonte: Agência Cascais Energia



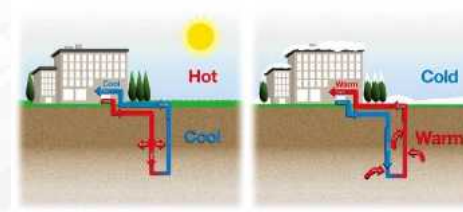
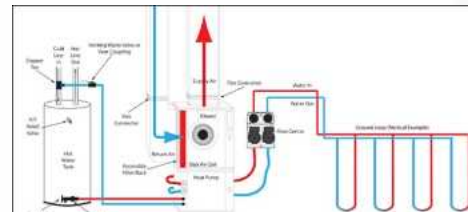
Sistema de colector solar para AQS (fonte: Agência Cascais energia)

Permutadores de calor ar-solo ou fluído térmico-solo



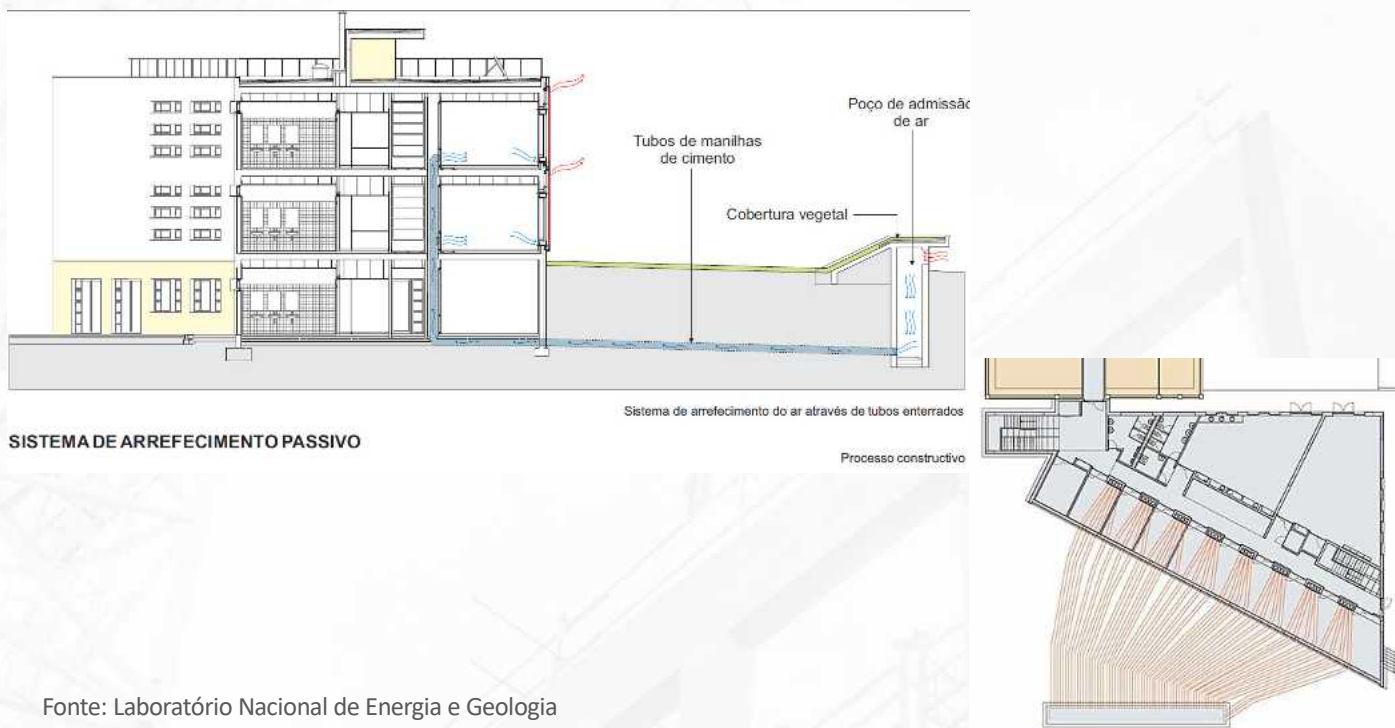
A temperatura do solo numa faixa compreendida entre os 1,5m e os 3m de profundidade varia entre os 10°C e os 20°C, durante o ano.

Sistema de pré-arrefecimento/aquecimento do ar

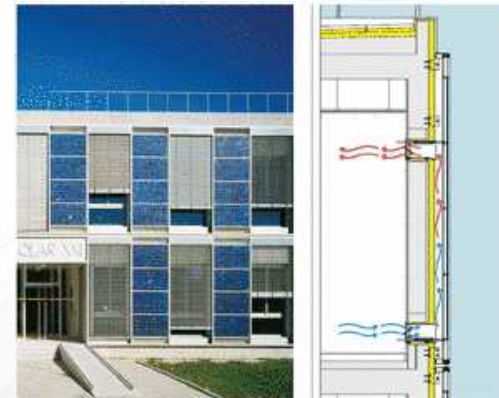


Sistema de pré-arrefecimento/aquecimento dos fluidos de climatização (fonte: Van Etten Oil)

Permutador de calor ar-solo do edifícios Solar XXI



Fonte: Laboratório Nacional de Energia e Geologia



Edifício Solar XXI

Fonte: Laboratório Nacional de Energia e Geologia

Produção de energia elétrica com o **recurso a renováveis** (solar, eólica, hídrica, etc.)



Painéis solares fotovoltaicos



Micro-turbinas eólicas (Aerogeradores)



Micro-hidrogeradores

Exemplos de **integração** destes sistemas







300 moínhos do nordeste transmontano vão ser recuperados

Recuperar moínhos e dotá-los de micro-centrais de produção de energia eléctrica. É este o projecto que uma empresa espanhola, a Hidroequador, quer pôr em marcha em cerca de 300 moínhos do nordeste transmontano. No projecto estão envolvidas algumas freguesias do concelho de Bragança.

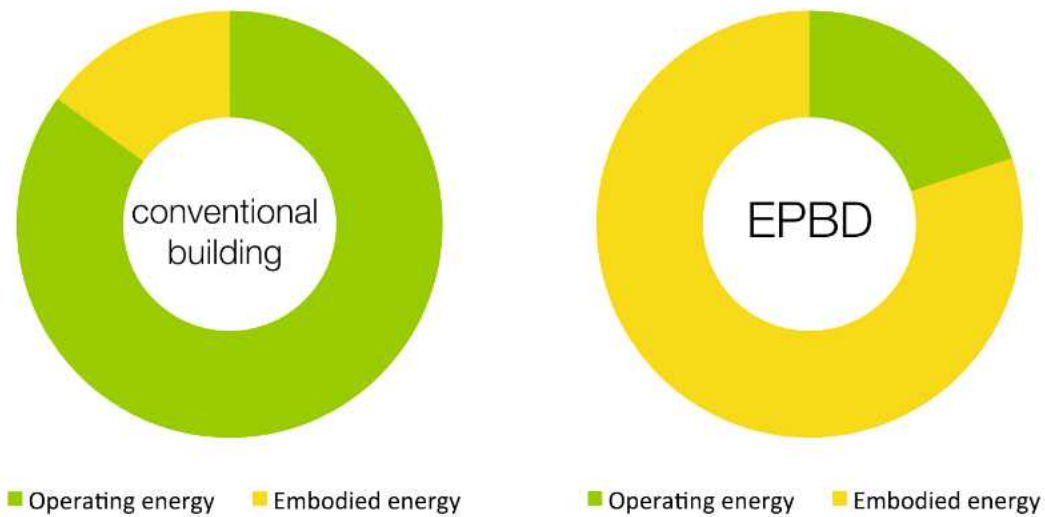
As etapas de ciclo de vida dos edifícios



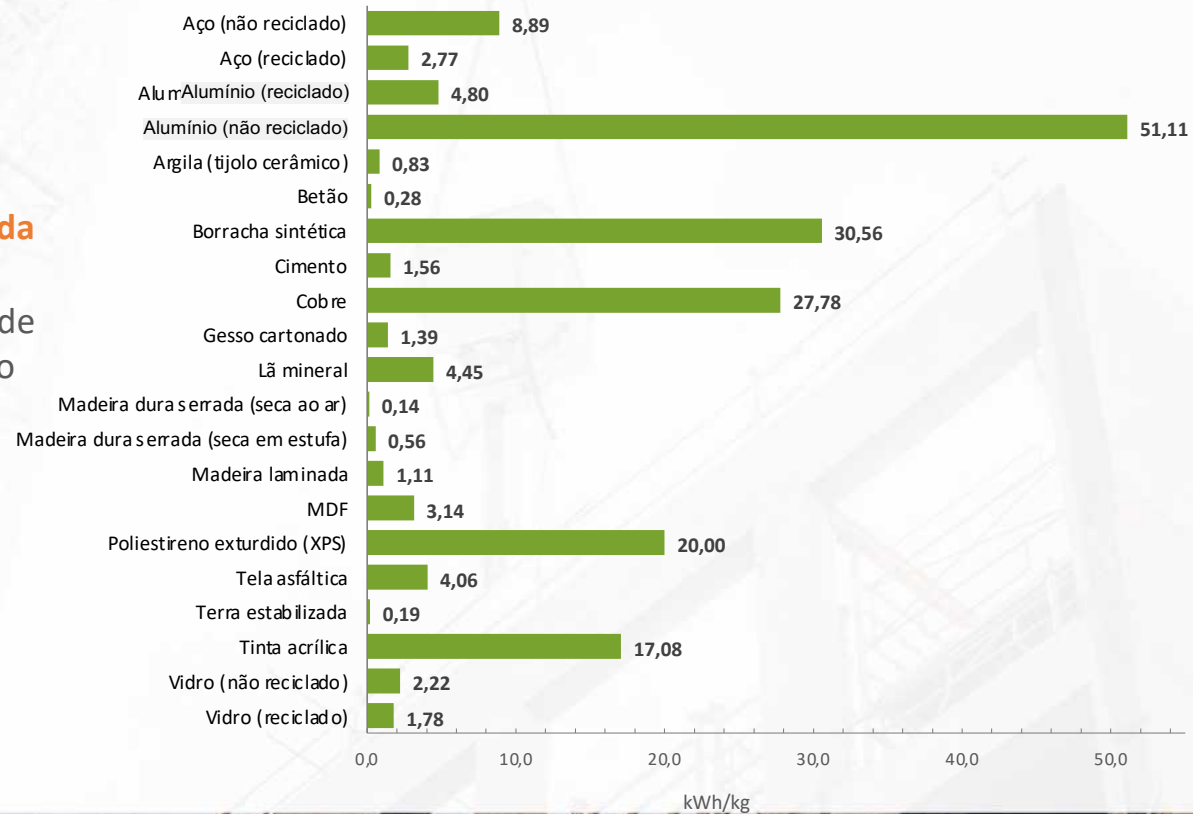
Vida útil:

- Construção nova: ≥ 50 anos
- Reabilitação (hab.): ≥ 30 anos

A importância dos **materiais** no impacto dos edifícios



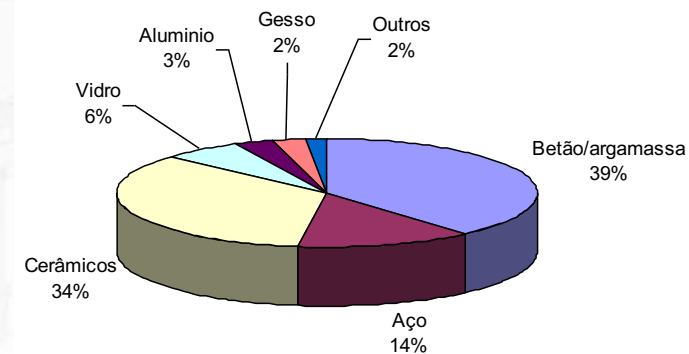
**energia
incorporada**
de alguns
materiais de
construção



A nível dos **materiais utilizados**

Selecionar materiais e soluções construtivas **com baixa energia incorporada**
(reduzido processamento e baseados em matéria prima local)

Energia incorporada nos material
utilizados num edifício
convencional em Portugal:
EE_Tot = 2750 kW.h/m²



Contribuição dos diversos materiais para a
energia total incorporada num edifício

Revisão da Diretiva Europeia para o Desempenho Energético dos edifícios - EPBD recast 2022



No que respeita aos impactes **ambientais de ciclo de vida**:

- A partir de 2027 (novos) e 2030 (reabilitação) passará a ser obrigatório a quantificação do **Potencial de Aquecimento Global (GWP)** associado às diferentes etapas de ciclo de vida de um edifício.

Global Warming Potential for each life cycle stage

Indicator	Unit	Product (A1-3)	Construction process (A4-5)	Use stage (B1-7)	End of life (C1-4)	Benefits and loads beyond the system boundary (D)
(1) GWP - fossil	kg CO ₂ eq					
(2) GWP - biogenic	kg CO ₂ eq					
GWP – GHGs (1+2)	kg CO ₂ eq					
(3) GWP – land use and land use change	kg CO ₂ eq					
GWP – overall (1+2+3)	kg CO ₂ eq					
<i>Notes:</i> Impacts referred to the use of 1 m ² of useful internal floor per year for a default reference study period of 50 years ¹ .						

Baseado em cenários de ciclo de vida

Baseado nos impactes do berço ao portão dos materiais previstos no projeto

Exemplos: **blocos de terra comprimida e taipa**



Utilizar materiais de base orgânica com elevada **capacidade de regeneração** (por exemplo o Bamboo)



Painéis de isolamento composto por canas



Desenvolvimento de produtos de construção à base de espécies vegetais invasoras (Projeto INVATHERM)



Painéis de terra palha, impressão 3D de painéis de terra e unidades de alvenaria



Tijolo cerâmico sustentável



Ferramentas de apoio à conceção de edifícios sustentáveis – Exemplo SBTool^{PT}-H

Em resposta, têm surgido no mercado novas ofertas de **produto e serviços mais sustentáveis**.

Apresentam na realidade menor impacto ambiental ou trata-se de **GREENWASHING?**




UNDERSTANDING GREENWASHING

► The practice of promoting environmentally friendly programs to deflect attention from an organization's environmentally unfriendly or less savory activities



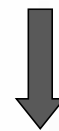
4,744 "GREEN"
PRODUCTS
in USA & Canada
were surveyed

95% products in
2010
were guilty of
greenwashing



O PAPEL DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DOS EDIFÍCIOS

- A otimização da sustentabilidade dos edifícios envolve várias relações entre os sistemas construído, natural e social. Deste modo, envolve **centenas de parâmetros**, a maior parte deles relacionados e alguns contraditórios.
- Desta forma, este processo só é possível através de uma **abordagem sistemática**.



Solução...

- Os **métodos de avaliação da sustentabilidade** são úteis para **reunir** e **reportar** informação de **suporte às tomadas de decisão** que têm lugar em diferentes etapas do ciclo de vida (**abordagem holística**)



EXEMPLO: ESTRUTURA DO SISTEMA SBTool^{PT}



DIMENSÕES, CATEGORIAS E PARÂMETROS

CATEGORIAS EM AVALIAÇÃO

Ambiente

- C1) Alterações climáticas e qualidade do ar exterior;
- C2) Uso do solo e biodiversidade;
- C3) Energia;
- C4) Utilização de materiais e resíduos sólidos;
- C5) Utilização de água e efluentes.

Sociedade

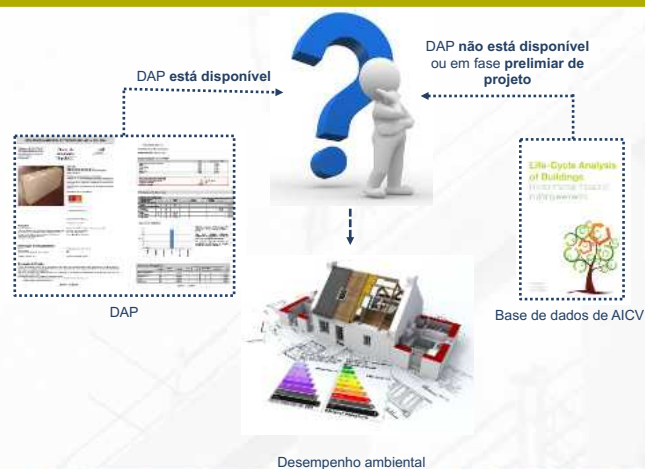
- C6) Conforto e saúde dos ocupantes;
- C7) Acessibilidade;
- C8) Sensibilização e educação para a sustentabilidade.

Economia

- C9) Custos de ciclo de vida.

Categorias e indicadores de desempenho ambiental (21)

Categorias	Indicadores
C1 – Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	11. Impactes ambientais incorporados



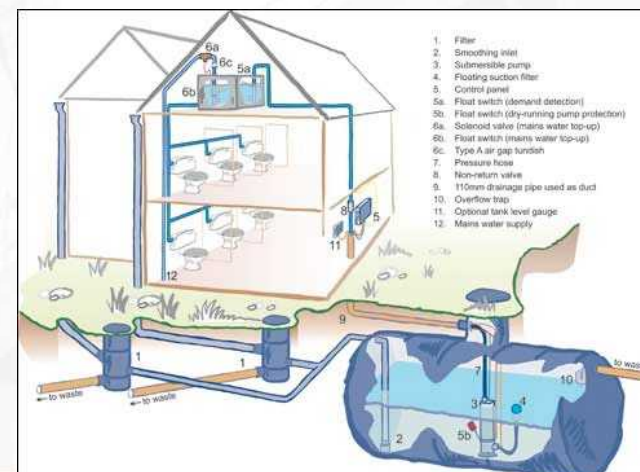
Categorias e indicadores de desempenho ambiental (cont.)

Categorias	Indicadores
C3 – Eficiência energética	17. Consumo de energia primária
	18. Produção no local de energia renovável



Categorias e indicadores de desempenho ambiental (cont.)

Categorias	Indicadores
C5 – Eficiência hídrica e efluentes	I14. Consumo de água
	I15. Reutilização e reciclagem de água



CERTIFICADO

Certificado de Sustentabilidade

Nº Certificado



SBTOOL^{PT}

Instrumento para a construção sustentável

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO Foto (seja o principal)

TIPO Edif. Habitação Unifamiliar Edif. Habitação Multifamiliar

MORADA / SITUAÇÃO

Rua/Av. e/ou Praça

Localidade Paços de

Camunho Código Postal

Imóvel inscrito na Cons. do Reg. Predial de

Sob o nº Aut. Municipal nº



2 - ETIQUETA DE SUSTENTABILIDADE

Desempenho ao nível de cada dimensão

Nota Global (NG)

Legenda da dimensão **SBTOOL**^{PT}

NS	NA	NS	NE
Nota Global	Nota Ambiental	Nota Social	Nota Económica
- Abordagem integral e qualidade do ambiente	- Qualidade do ar interior	- Saúde e conforto dos utilizadores	- Custos directos do edifício
- Eficiência energética	- Disponibilidade	- Acessibilidade e integração para a sustentabilidade	
- Água			



3 - DESAGREGAÇÃO DO DESEMPENHO POR CADA CATEGORIA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A+									
A									
B									
C									
D									
E									

Legenda

C1: Abordagem integral e qualidade do ambiente

C2: Sustentabilidade

NA: Energia

C3: Água

C4: Saúde e conforto dos utilizadores

NE: C7: Acessibilidade

C5: Sustentabilidade e integração para a sustentabilidade

NE: C9: Custos de ciclo de vida

Nome do responsável pela análise do certificado:

Avaliador

Data de emissão

INTECH E INOVAÇÃO



iISBE
PORTUGAL

International Initiative for a Sustainable Built Environment

Economia Circular

Capítulo

O sector dos edifícios, durante todo o ciclo de vida do edifício, é responsável por:



1/2 of all extracted materials



1/2 of the total energy consumption



1/3 of water consumption



1/3 of waste generation

Em 2020, a União Europeia lançou o **Plano de ação para implementar a economia circular até 2050**. No âmbito do Pacto Ecológico, a Comissão Europeia (CE) propôs em março de 2022 o primeiro pacote de medidas para acelerar a transição para uma economia circular



Objectivo: um sistema económico que abandona o conceito de resíduo, aterro e incineração.

O **plano de ação aponta** sete **setores essenciais** para alcançar uma economia circular: plásticos; têxteis, resíduos eletrónicos; alimentação, água e nutrientes; embalagens; baterias e veículos; **edifícios e construção**.

A Comissão anunciou a revisão do regulamento relativo aos produtos de construção para modernizar as regras que se encontram em vigor desde 2011. Nesta área, os eurodeputados querem que a **vida útil dos edifícios seja aumentada**, bem como **metas para a redução da pegada de carbono dos materiais** e requisitos mínimos em matéria de eficiência energética e de recursos.

Global resources use

79 Gt

2011

167 Gt

2060

source: OECD report on global resources

Emissions related to materials management

28 > 50 Gt CO₂ eq.

O **consumo global de recursos** já ultrapassou os **100 mil milhões de toneladas por ano** e continuará a aumentar rapidamente no futuro.

O setor da construção é responsável por mais de metade deste consumo de recursos.

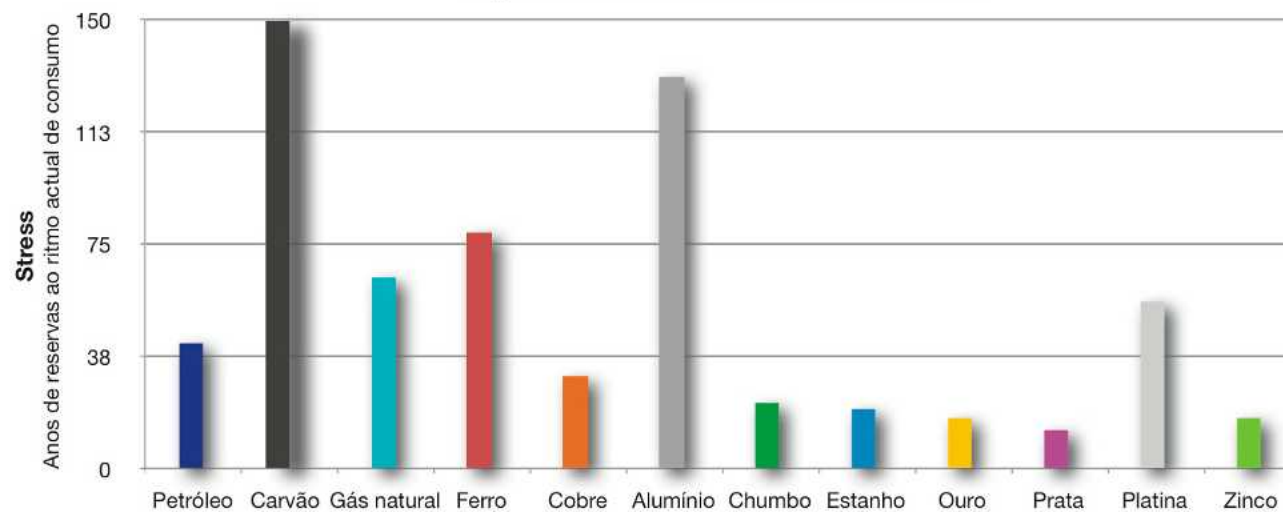
≈50%

todos os **materiais** de construção utilizados até hoje podem ser **alocados aos países industrializados**. Estes países albergam cerca de 1,4 mil milhões de pessoas.

No hemisfério Sul, os cerca de **6,6 mil milhões de pessoas** têm de se **contentar com a outra metade**. Muitas vezes, vivem em habitações abaixo dos padrões mínimos ou sem acesso adequado a infraestruturas, como serviços públicos ou sistemas de gestão de resíduos.

A necessidade de novos edifícios irá gerar uma procura por materiais de construção que nunca poderá ser satisfeita.

Esgotamento dos recursos não renováveis



Fonte: Science et Vie – Hors Série 243, juin 2008



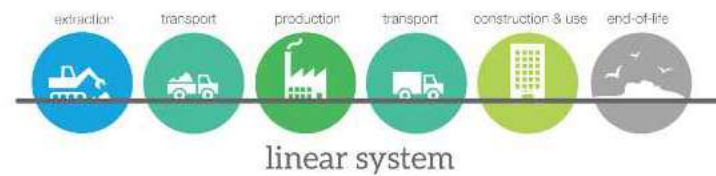
**A título de exemplo, do processo extractivo do cobre apenas 1% de toda a quantidade de solo extraído é aproveitado.
1t de rocha = 33g de cobre
55% do cobre produzido é utilizado nos edifícios.**

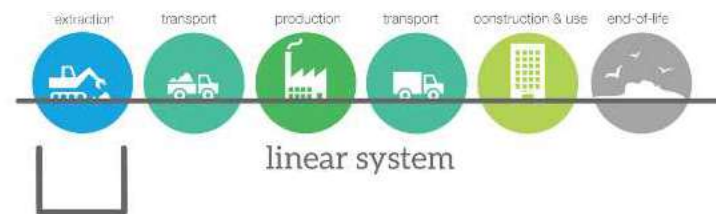
Destruição da biodiversidade dos locais de extração;
Resíduos gerados pelas actividades de mineração;
Acidentes ambientais potenciais que os resíduos representam;
Poluição de fontes de água;
etc.

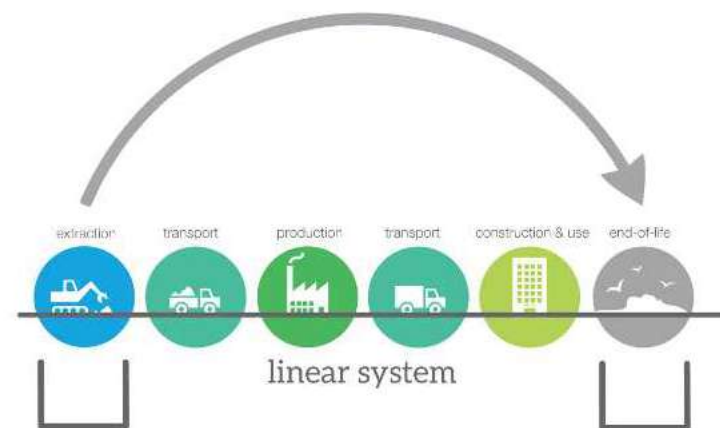
Capítulo

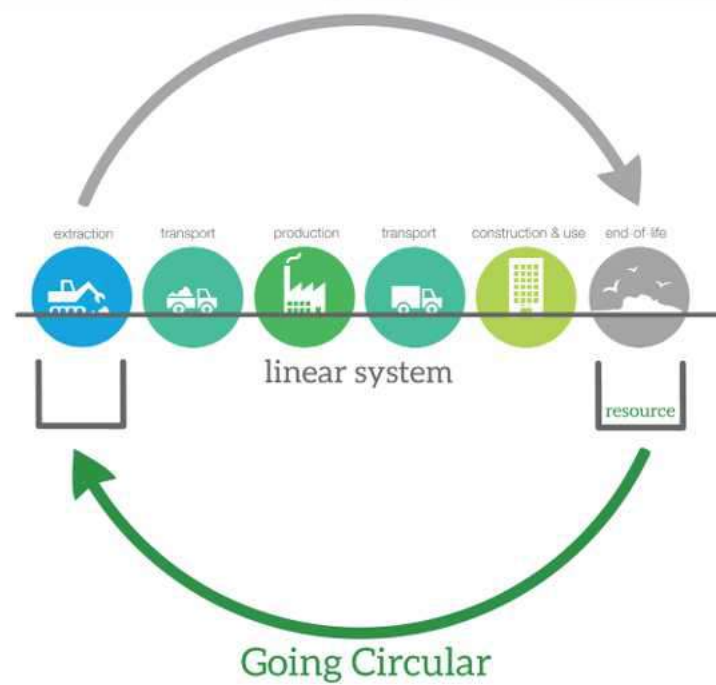


sistema linear









Going Circular

implementar princípios de economia circular poderia **reduzir as emissões** de gases com efeito de estufa entre **36% e 56%**

apenas
8.6%

do total de materiais provém
entradas circulares

source: Circularity Gap report

CircularGap Report 2025

Prevê que o **parque habitacional residencial cresça 50% até 2050**, e que o parque edificado global relacionado com serviços aumente 150%. Além disso, estima-se que **a área total construída cresça para 97 mil milhões de metros quadrados entre 2022 e 2030**. Estas estatísticas destacam a significativa expansão esperada no setor da construção e as suas implicações no uso e gestão de recursos.

O relatório sugere que os **países mais ricos** devem focar-se em **minimizar o crescimento de novas construções, renovar as estruturas existentes e maximizar a eficiência no uso de materiais** para melhorar os resultados no setor da construção.

Avaliar os Impactes de Ciclo de Vida



transição para um **modelo circular**

O futuro...

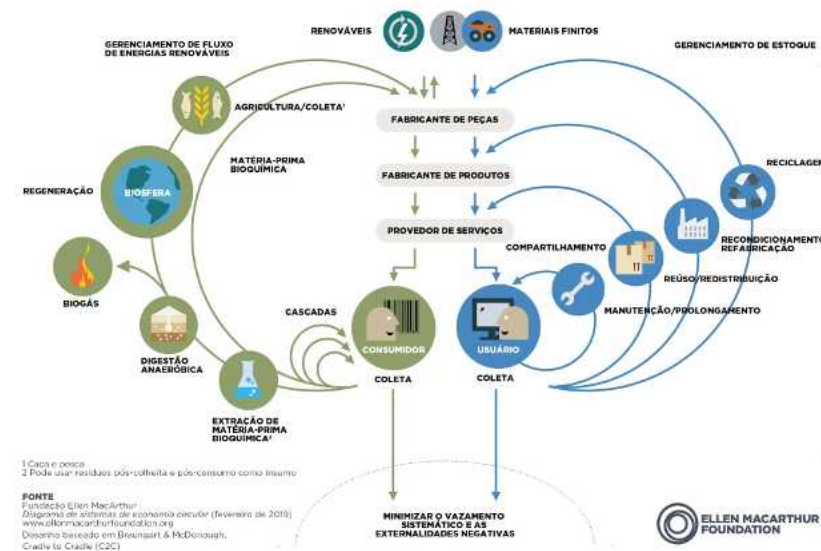
A **reutilização ou recuperação de materiais** de construção será a **base da atividade da construção** no futuro.

Como podemos projectar edifícios que não consumam **materiais** mas, em vez disso, **que os armazenem** durante um período de tempo e que **possam ser ciclicamente utilizados**?

Economia Circular

A economia circular é baseada em três princípios, orientados pelo desenho:

- Eliminar resíduos e poluição
- Circular produtos e materiais (no seu valor mais alto)
- Regenerar a natureza



Fonte: Ellen Macarthur Foundation

História da cultura de reutilização

Muitos **edifícios antigos** como igrejas, catedrais, castelos, etc. **são o somatório de estruturas de diversos períodos** ao longo dos séculos.

Em Roma, durante mais de 1000 anos, as construções da cidade recolheram recursos do espólio deixado pela Antiguidade Clássica.

Quando os materiais eram mais caros que a mão-de-obra, a sua reutilização no sítio, ou próximo, era uma questão económica prioritária.

Estas práticas mudaram em larga escala **quando os métodos da produção industrial emergiram**, combinados com métodos eficientes de construção e transporte barato.

O uso continuado das estruturas e materiais é a forma mais eficiente de reutilização.

Olhar o passado pode ser útil para definir os passos do futuro...

Reutilização de materiais

BAMB - Buildings As Materials Banks



Genebra, 1898 (foto: Boissonnas)

Reutilização de materiais

BAMB - Buildings As Materials Banks



Fonte: Corentin Fivet

Reutilização de materiais

Urban mining

O ambiente
construído será o
local de
mineração
de recursos
do futuro



Urban mining

A “**mineração**” **urbana** é suportada na ideia que os **edifícios e infraestruturas existentes** podem ser **usados para extrair e produzir materiais de construção** e minimizar o consumo de matérias-primas. No então, **a intensidade de energia e a mão-de-obra necessárias são grandes**, principalmente em edifícios cujo propósito foi o de terem uma vida muito longa.

Na situação actual, **a mineração urbana** não foi desenhada para a economia circular, e no trajecto para um sistema circular na construção, **a mineração urbana ainda tem uma baixa eficácia** e deve ser vista com uma etapa intermédia nesse trajecto. Melhora-se ligeiramente o sistema linear mas é difícil uma mudança significativa uma vez que **muitos materiais não podem ser recuperados de forma a preservar a sua qualidade**. Por este motivo, este tipo de ação é usada em baixos níveis de qualidade.

Mais do que bancos ou minas de materiais

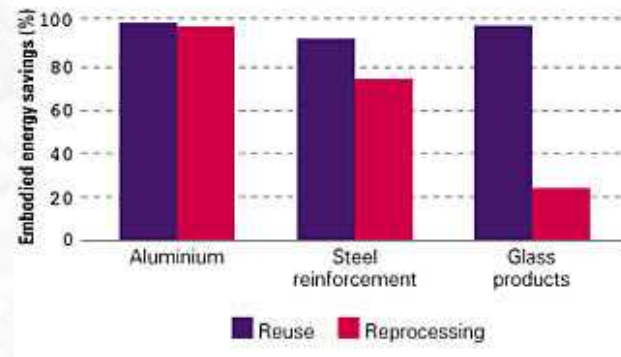
Em 2050, mais de 85% dos edifícios existentes hoje na Europa ainda estarão de pé. Demorará décadas até que estes edifícios sejam demolidos/desconstruídos e os seus componentes possam ser reutilizados.

Pensar em **economia circular não significa apenas tornar a demolição um projecto para recuperar materiais** mas também **pensar em manter os edifícios existentes operacionais o maior tempo possível**.

Muitos materiais, como o betão e outros materiais compósitos, só poderão permanecer inalterados e sem perda de qualidade se forem mantidos no edifício.

A **reutilização e reciclagem** apresentam inúmeras vantagens

Por exemplo, o alumínio é 100% reciclável e na sua reciclagem a poupança de energia é superior a 95% quando comparada com a energia necessária à sua produção através da matéria-prima natural.

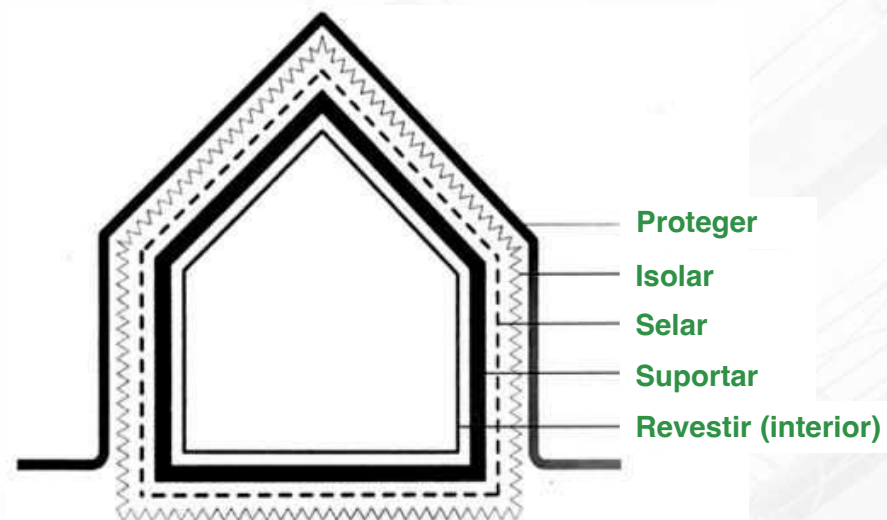


A reutilização de materiais traduz-se na **poupança de energia incorporada na ordem dos 95%**

Alguns materiais como os tijolos e as telhas podem **sofrer perdas em material na ordem dos 30% durante a sua reutilização**

Princípios de circularidade

Estratificação/camadas



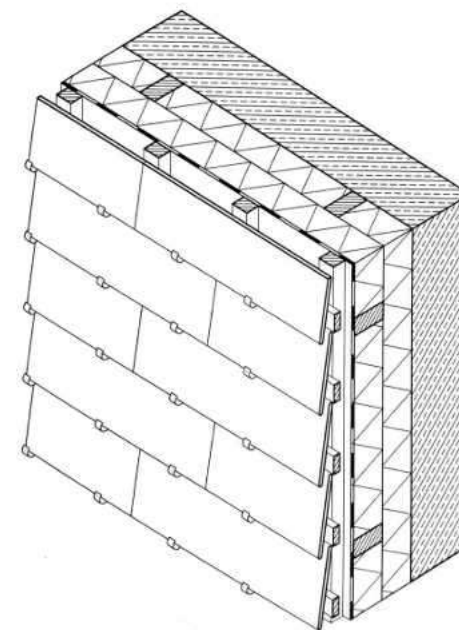
Princípios de circularidade

Estratificação/camadas

A construção em **camadas** permite **desmontagens seletivas** e **reutilização dos componentes**. **Sobreposição de materiais** numa lógica construtiva ou **sequência funcional** de montagem (**Desenho para a Desmontagem (DfD)**).

- Separação clara entre materiais ou sistemas (estrutural, técnico, acabamento) para facilitar manutenção, substituição ou reciclagem;
- Construção modular e desmontável;
- Facilitação de ciclos de vida diferentes para diferentes componentes.

Camadas de materiais **em função** das características da **construção e do tipo de clima**, criando camadas de desgaste e proteção que podem ser retiradas e substituídas de forma fácil.



REUTILIZAÇÃO & TRANSPORTE

transporte



construção & uso



Ponderar as distâncias de transporte dos materiais a reutilizar

Distâncias de transporte muito longas podem reduzir as vantagens de reutilizar um determinado material

É possível utilizar os recursos provenientes de fim de vida dos produtos em novos produtos de construção

www.naturdecotech.com



ETAPAS HOME NATURDECOTECH APLICAÇÃO CATÁLOGO CONTACTOS



MATÉRIA-PRIMA NÃO TRANSFORMADA

Na primeira fase, a transformação começa com a reunião e separação do material que é composto por 100% pele.



MATÉRIA-PRIMA TRANSFORMADA

Na segunda fase, a pele é trabalhada e preparada para avançar para o fabrico do produto final em máquinas especializadas.



PRODUTO FINAL

O produto final chega até nós na forma de umas elegantes placas de 200x100cm com os tons de cores separados e tratados.

1.3



Isolamento térmico de fibras de celulose



Fonte: Betac (2022)

Materiais com **conteúdo reciclado** (exemplos)



Painéis de betão incorporando pó de vidro reciclado e pigmentos



Moldes de plástico reciclado



Isolamentos com materiais reciclados

Reutilização de materiais

BAMB - Buildings As Materials Banks

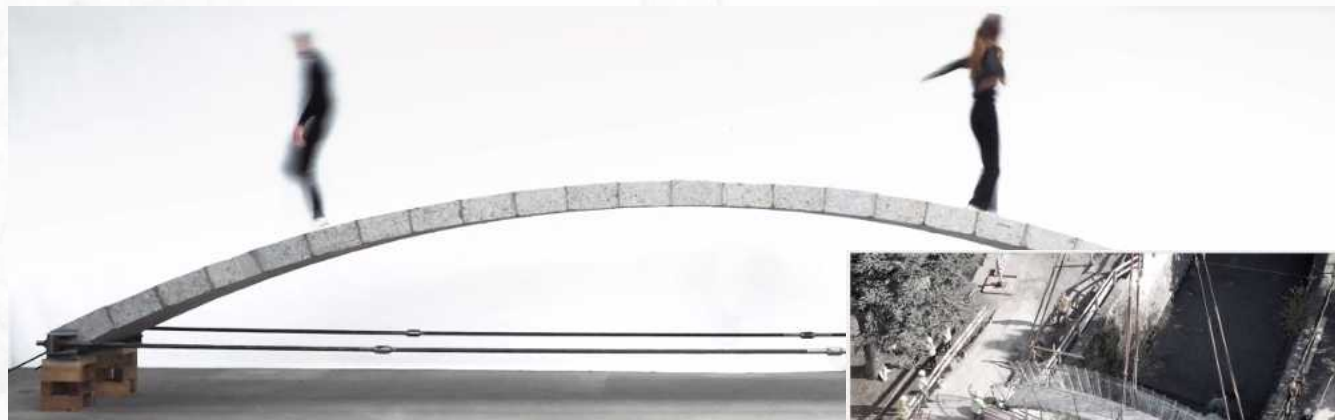


Devènes et al. - Re:Crete - Reuse of concrete blocks from cast-in-place building to arch footbridge - Structures 2022

Fonte: Corentin Fivet

Reutilização de materiais

BAMB - Buildings As Materials Banks



Devènes et al. - Re:Crete - Reuse of concrete blocks from cast-in-place building to arch footbridge - Structures 2022

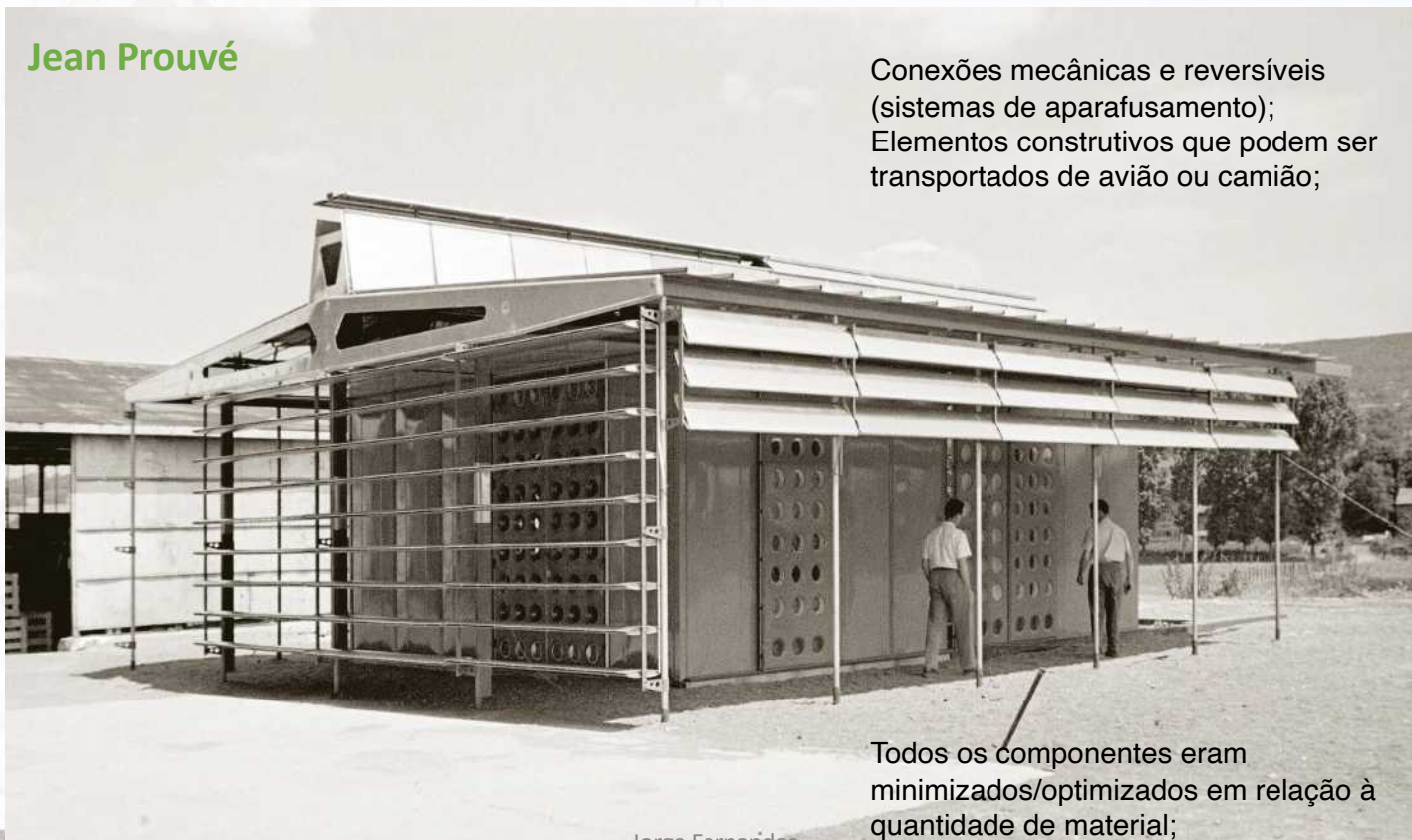


Conthey, Suíça. 2022 (<https://www.epfl.ch/labs/sxl/>)

Fonte: Corentin Fivet

Jean Prouvé

Conexões mecânicas e reversíveis
(sistemas de aparafusamento);
Elementos construtivos que podem ser
transportados de avião ou camião;



Todos os componentes eram
minimizados/otimizados em relação à
quantidade de material;

Jean Prouvé



People's pavillion, Eindhoven

Arquitectura: bureau SLA + Overtreders W



People's pavillion, Eindhoven

Arquitectura: bureau SLA + Overtreders W



1. Materiais emprestados, não adquiridos

Todos os materiais foram emprestados, com o compromisso de serem devolvidos aos proprietários após a utilização.

Envolveu parcerias com lojas, fabricantes e moradores locais.

2. Reversibilidade e não destruição dos materiais

O projecto evitou alterações permanentes nos materiais (como furar, colar ou cortar), assegurando que pudessem ser reutilizados sem perda de qualidade.

3. Ligações desmontáveis

Utilização de ligações mecânicas simples (ex: cintas e amarrações metálicas) para permitir montagem e desmontagem fácil.

5. Reutilização criativa de materiais

Elementos estruturais: pilares de betão pré-fabricados (normalmente usados como estacas) e vigas de madeira não cortadas.

People's pavillion, Eindhoven

Arquitectura: bureau SLA + Overtreders W

5. Reutilização criativa de materiais

Fachada térrea: vidros recuperados de uma renovação e reutilizados noutra edifício após o evento.

Fachada superior: placas de plástico feitas a partir de resíduos domésticos – produto agora comercializado como Pretty Plastic.

Cobertura: sistema modular usado em estufas, facilmente desmontável.

6. Equipamento e mobiliário emprestado

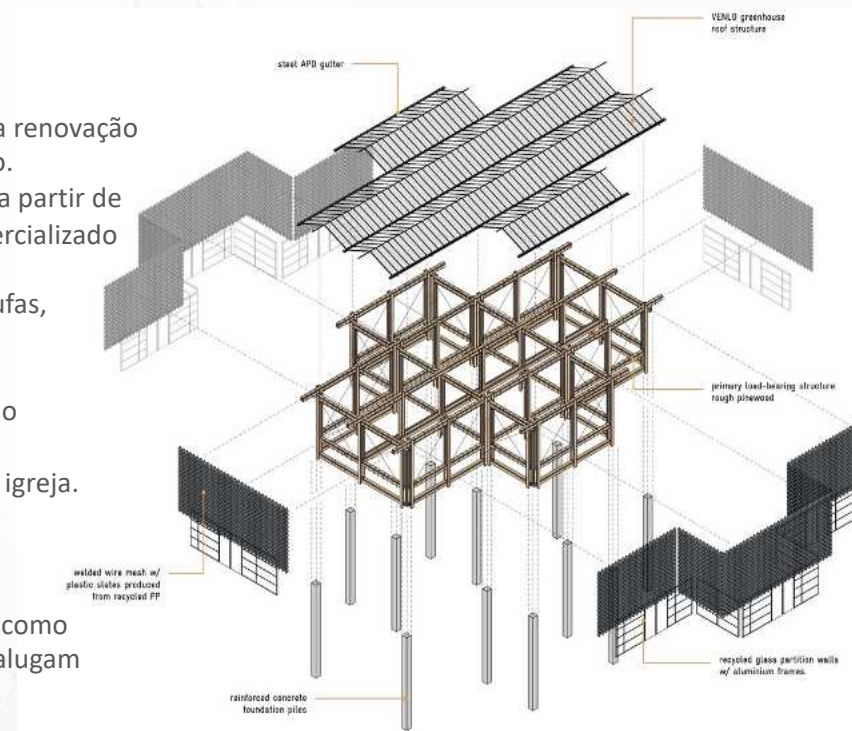
Pavimento do palco feito com lajes de betão emprestadas.

Bancos cedidos temporariamente por uma igreja.

7. Modelo de economia circular

O projeto demonstra um ciclo fechado de materiais viável na prática.

Destaca novas abordagens como "produto como serviço", exemplificado por empresas que alugam revestimentos (ex: alcatifas modulares).



People's pavillion Eindhoven

Arquitectura: bureau SLA + Overtreders W





Clay roof house, Petaling Jaya, Malásia. DRTAN LM Architect



Flying Tiles House, Pifo,
Ecuador.
Arq. Daniel Moreno Flores

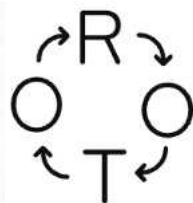


Folk art museu, Hangzhou, China. Kengo Kuma Architects



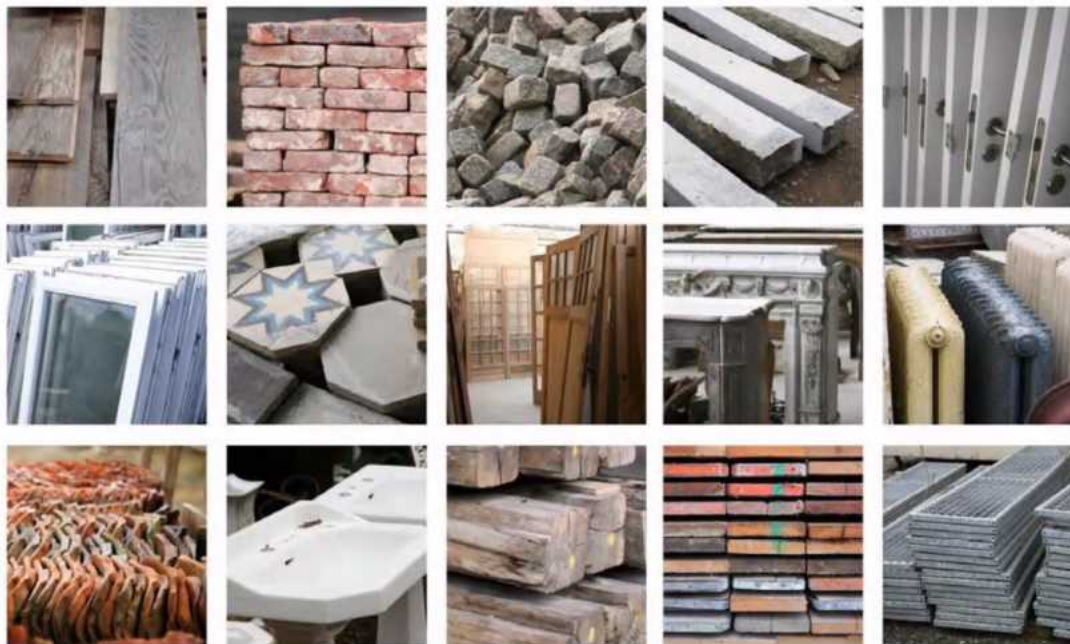
Ningbo Historic Museum — em Ningbo, província de Zhejiang, China. Projetado por Wang Shu / Amateur Architecture Studio

RotorDC
Deconstruction & Consulting





Base de dados online dedicada ao setor profissional que trabalha com materiais de construção reaproveitados/recuperados



Plataformas de compras de materiais
<https://www.novonovo-platform.com>



Vamos torná-los **novos** de **novo**

Descobre onde encontrar e como criar a partir
de materiais reutilizados.

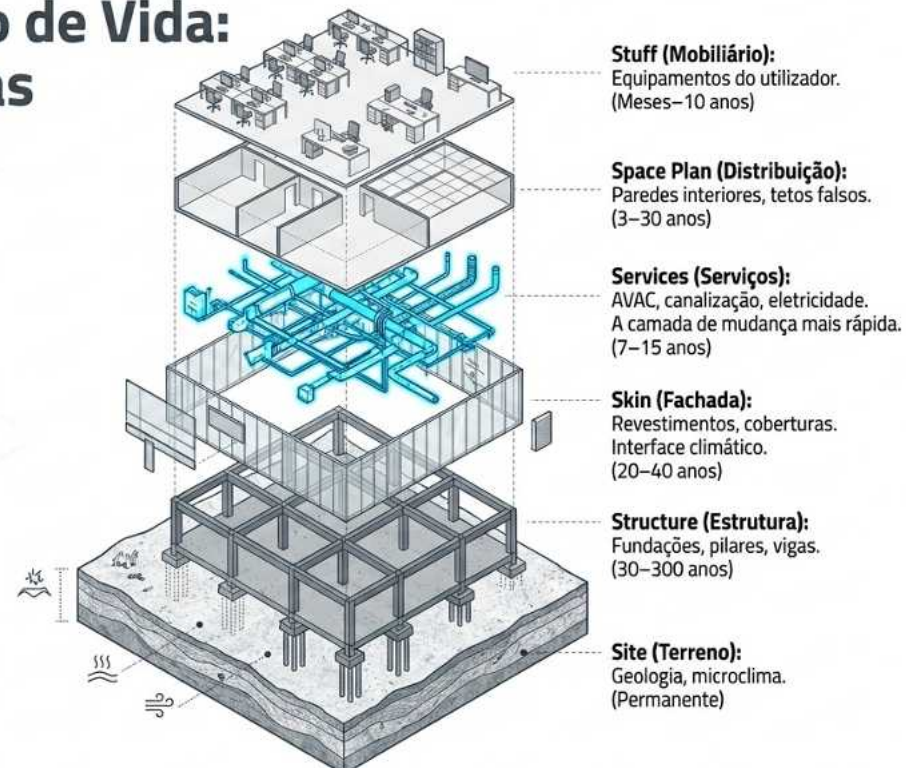
Sabe mais

Começa já

**Abordagem do Framework LEVEL(s)
Indicador 2.3 – Projeto para a adaptabilidade e
renovação**

Coordenação do Ciclo de Vida: O Modelo de Camadas

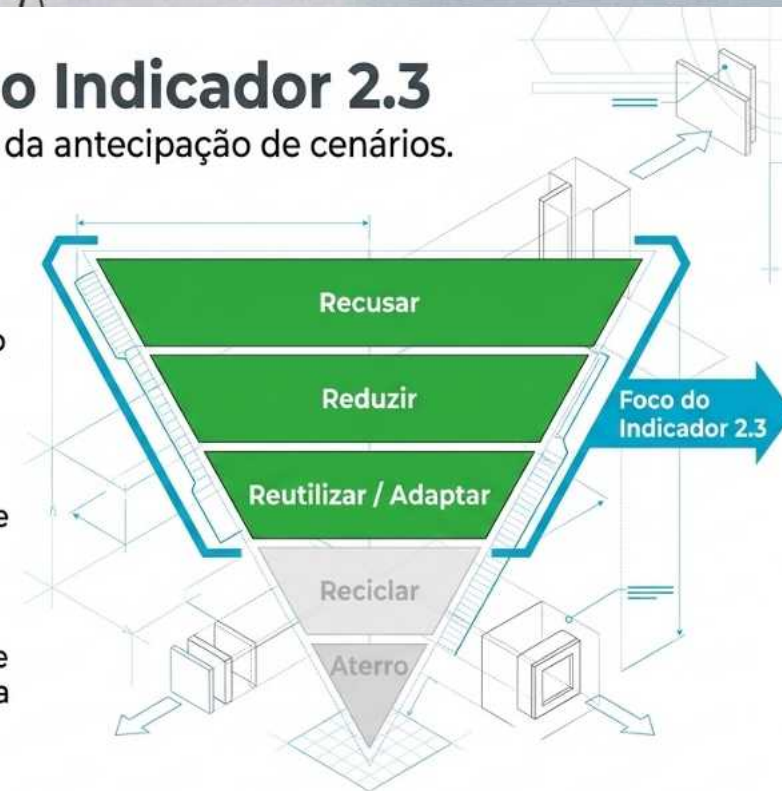
A principal causa de desperdício na construção é a união rígida de sistemas que envelhecem a ritmos distintos. O alinhamento destas camadas é o primeiro passo para a adaptabilidade.



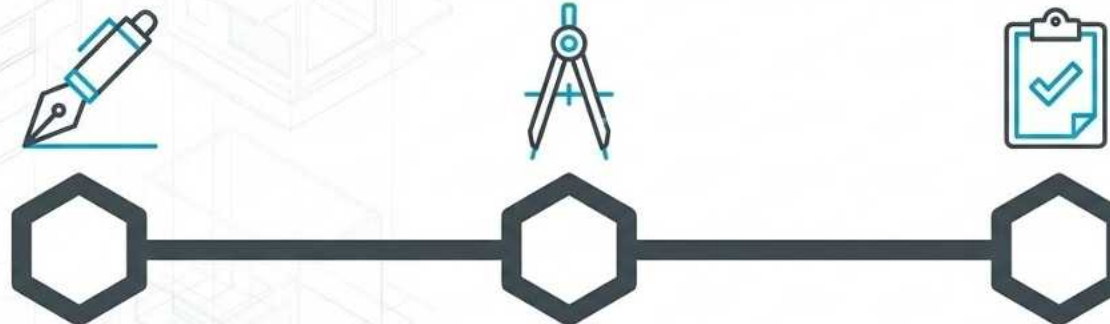
O Framework Level(s) e o Indicador 2.3

Evitar a obsolescência prematura através da antecipação de cenários.

- ❑ **A Hierarquia de Valor:** A longevidade posiciona-se muito acima da reciclagem. Reter o valor do material, energia e trabalho já investidos é a estratégia circular suprema.
- ❑ **Objetivo do Indicador 2.3:** Fornecer uma métrica semi-quantitativa da capacidade de um edifício facilitar futuras adaptações.
- ❑ **Prevenção Multidimensional:** Mitigar a obsolescência física, funcional, económica e tecnológica através de decisões tomadas na fase inicial de projeto.



Os 3 Níveis de Avaliação do Ciclo de Projeto



L1 - Design Conceptual

Avaliação de Princípios

Fase: Estudo Prévio / Anteprojeto.

Ação: Checklist qualitativa de intenções de design. O arquiteto e o engenheiro de estruturas avaliam o potencial de adaptação do conceito base ao mercado e aos ocupantes.

L2 - Design Detalhado

Quantificação e Modelação

Fase: Projeto de Execução.

Ação: Avaliação quantitativa baseada em plantas e modelos BIM. Comparação de opções de design e cálculo do índice de adaptabilidade (Score 0-100).

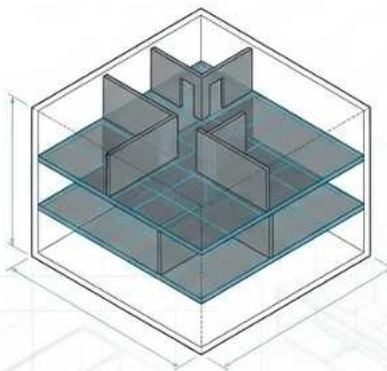
L3 - As-Built

Auditoria e Monitorização

Fase: Conclusão da Obra / Em Uso.

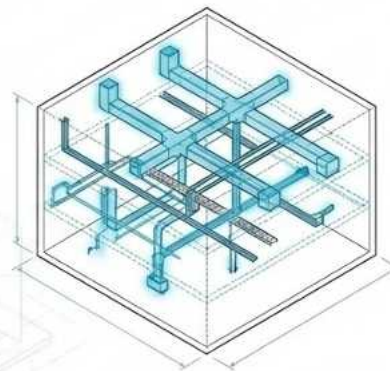
Ação: Auditoria final às dimensões e sistemas reais construídos. Validação do score e documentação para futura gestão do ativo.

L1: As Três Macro-Áreas de Intervenção Conceptual



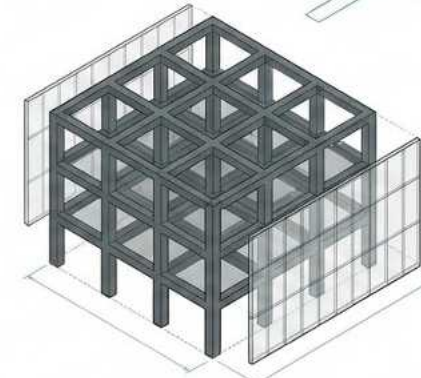
1. Distribuição de Espaço

A capacidade de reconfigurar o layout interior sem comprometer a integridade do edifício. Depende das dimensões da grelha estrutural e da modularidade.



2. Serviços Técnicos

A facilidade de atualizar, substituir ou expandir infraestruturas (AVAC, dados, água) sem demolições destrutivas.



3. Fachada & Estrutura

A independência do invólucro face à estrutura portante e a existência de redundância na capacidade de carga para permitir novos usos ou expansões verticais.




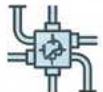
Matriz de Adaptabilidade Conceptual: Edifícios de Escritórios

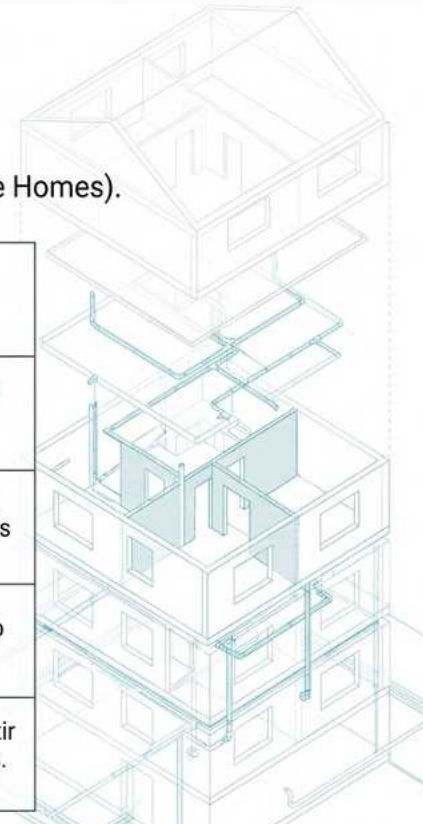
Preparação para flutuações do mercado e reconfigurações de inquilinos.

	Vãos Livres Alargados (Grids)	Permitem layouts de piso abertos (open space) ou subdivisões rigorosas sem a interferência de pilares.
	Paredes Interiores Não-Estruturais	Viabilizam a reconfiguração rápida do espaço locável de acordo com as necessidades de novos inquilinos.
	Dimensão e Acessos das Frações	Garantir acessibilidade independente a pequenas subdivisões (<200m ²) multiplica as opções de subarrendamento.
	Caminhos Técnicos Longitudinais	Tetos falsos ou pisos sobrelevados que libertam os serviços das lajes estruturais, facilitando a substituição tecnológica.
	Capacidade de Carga Majorada	A redundância estrutural previne restrições futuras na instalação de arquivos de alta densidade ou equipamentos pesados.

Matriz de Adaptabilidade Conceptual: Edifícios Residenciais

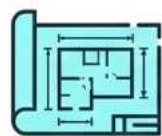
Design focado nas alterações demográficas e ciclos de vida familiares (Lifetime Homes).

	Espaços Segregados para Teletrabalho	Inclusão de áreas com luz natural, conectividade e dimensões adequadas que possam ser isoladas do ambiente familiar.
	Conversibilidade do Piso Térreo	Potencial para transformar facilmente o rés-do-chão numa unidade independente (quarto, cozinha, WC) para apoio a idosos ou mobilidade reduzida.
	Acessibilidade Universal (EN 17210)	Dimensão de portas, corredores e raios de manobra que permitam a circulação fluida de cadeiras de rodas ou carrinhos de bebé.
	Sistemas de Paredes Modulares	Facilidade em juntar ou separar divisões consoante o crescimento da família ou a saída dos filhos.
	Redes de Distribuição Acessíveis	Conectores e condutas localizados de forma a permitir a reconfiguração de cozinhas e instalações sanitárias.



O Motor de Cálculo (Níveis L2 e L3)

A passagem do design conceptual para a validação processa-se através de um sistema de pontuação rigoroso e ponderado.



**Pontuação
do Critério**
[0 a 3]



**Fator
de Peso**



**Score
Ponderado**

Σ (Scores Ponderados) = Índice de Adaptabilidade (0 a 100 Máx)

A Pontuação Base (0 a 3 pontos):

Cada decisão de design é avaliada pela sua flexibilidade.

0 pontos = Rígido/Inflexível.

3 pontos = Totalmente adaptável.

O Fator de Peso e Resultado Final:

Nem todas as decisões têm o mesmo impacto.

A grelha de pilares (estrutura) tem um impacto de longo prazo superior ao da cablagem.

O Índice final padronizado permite comparar diferentes variantes de projeto.

Critérios de Avaliação L2: Espaço e Estrutura (Escritórios)

Extrato da Tabela 7 - Fatores Críticos de Sucesso

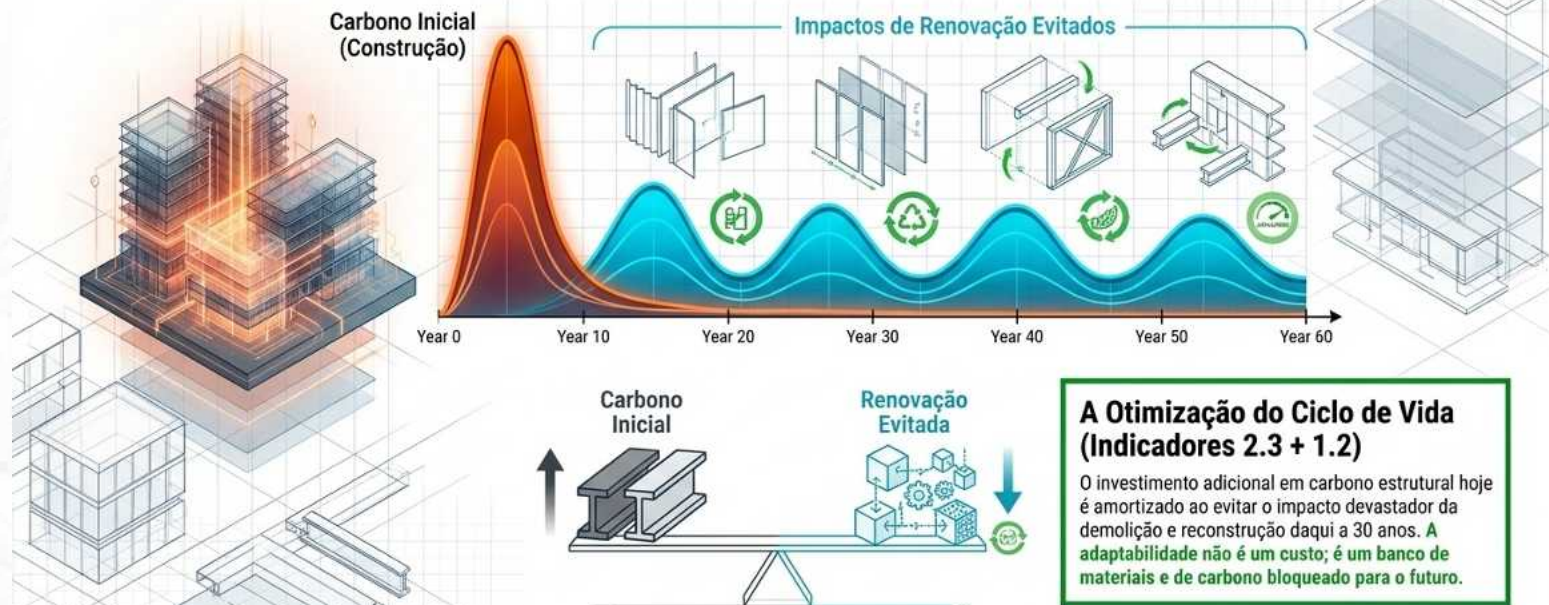
Vãos de Pilares (Peso 1.5)					
0 pts	< 5.4m		>>	1 pt	5.4m - 8.1m
					3 pts
					Vão livre (Free span) sem obstáculos.
Sistemas de Paredes Internas (Peso 4.5 - Alto Impacto)					
0 pts	Imóveis / Múltiplas funções embutidas.		>>	2 pts	Móveis, mas requerem desmontagem mecânica.
					3 pts
					Sistemas de partição facilmente amovíveis.
Capacidade de Carga Variável (Peso 4.5 - Alto Impacto)					
0 pts	1.75 kN/m ² (Mínimo regulamentar restrito).		>>	1 pt	2.50 kN/m ²
					3 pts
					5.00 kN/m ² (Máxima redundância para novos usos).

Critérios de Avaliação L2: Fachadas e Serviços (Escritórios)



O Paradoxo do Carbono: Trade-offs da Adaptabilidade

Projetar para a **longevidade** exige compromissos de engenharia. Mais vãos livres, tetos mais altos e maior capacidade de carga podem implicar um **Potencial de Aquecimento Global (GWP)** mais elevado na fase de construção.



CONCLUSÕES

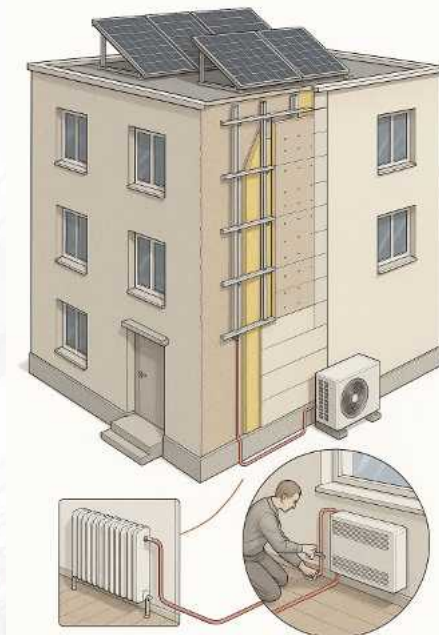
- O projeto, construção e operação de edifícios sustentáveis assenta na **minimização da pressão ambiental e otimização de aspetos funcionais, sociais e económicos.**
- Já existem no mercado centenas de produtos e soluções técnicas que **permitem melhorar a sustentabilidade de um edifício.**



CONCLUSÕES (cont.)

As prioridades a adotar que permitem a melhor relação custo vs benefício:

- Apostar na **reabilitação** (ligeira) do ambiente construído;
- Priorizar a **utilização de materiais locais**, de **baixo carbono** incorporado e **elevado potencial de reutilização e reciclagem**;
- Na construção nova, **maximizar o comportamento passivo dos edifícios**, desde a fase de planeamento urbano.





Obrigado

Questões & Discussão

Email: ricardomateus@civil.uminho.pt

Institution: ISISE, University of Minho, Portugal

29 de Maio 2026

