

Construção e Reabilitação Sustentáveis:

da teoria à implementação prática no exercício projetual



Ricardo Mateus

Universidade do Minho
Centro de Investigação CTAC
Guimarães, Portugal

OBJETIVOS

- Apresentar a **importância da construção** no cumprimento dos objectivos do **desenvolvimento sustentável**.
- Discutir o papel dos **métodos de avaliação da sustentabilidade** como **instrumentos de apoio às equipas de projeto**.
- Apresentar um **caso de estudo**.



INTRODUÇÃO

Impacte ambiental e sustentabilidade – assuntos na ordem do dia



OS DESAFIOS DA ATUALIDADE

Poluição

**Fim da energia
“barata”**

**Alterações
climáticas**



“O aquecimento global afecta-nos a todos”



**Escassez de água
potável**



“A água poluída mata mais crianças que a guerra”

**Gases de efeito de
Estufa e Aquecimento
Global**

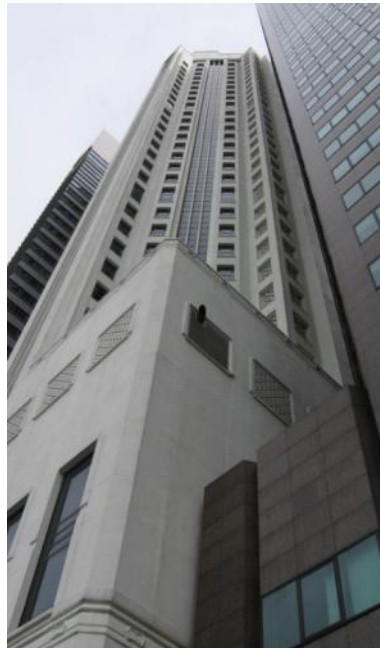


A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (sector dos edifícios)

➤ Impactes ambientais

Inputs

- Energia primária (30%)
- Electricidade (62%)
- Água potável (74%)
- Uso do solo (18,4%)
- Outros



Outputs

- Efluentes líquidos (1,35 Mm³)
- CO₂ (62%)
- Resíduos C&D (22%)
- Resíduos sólidos
- Outros



➤ Impactes sociais

- Conforto e saúde dos ocupantes (o habitante europeu **passa mais de 90% do tempo no interior dos edifícios**);
- Segundo maior empregador nacional – cerca de **15% da população ativa**

➤ Impactes económicos

- **Custos de aquisição** do imóvel e de **amortização do crédito bancário**;
- Peso dos **custos de operação/manutenção** no orçamento familiar.



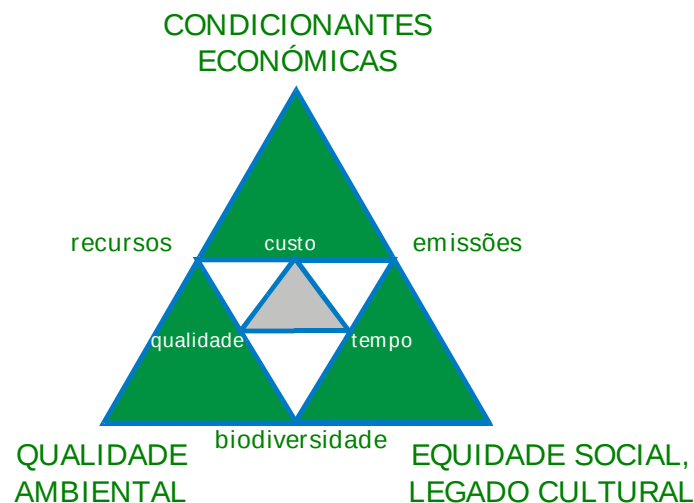
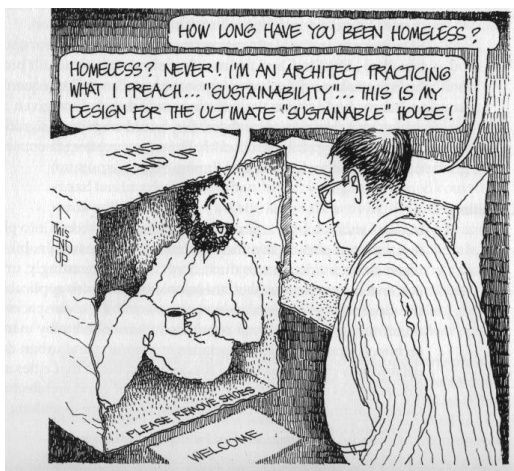
Logo:

A indústria da construção apresenta uma elevada interligação com as três dimensões do “Desenvolvimento Sustentável”: **Económica, Social e Ambiental.**



O CONCEITO “CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL”

- Uma construção só pode ser considerada sustentável, se assentar na convivência harmoniosa de princípios: **ambientais, económicos, sociais e culturais**.

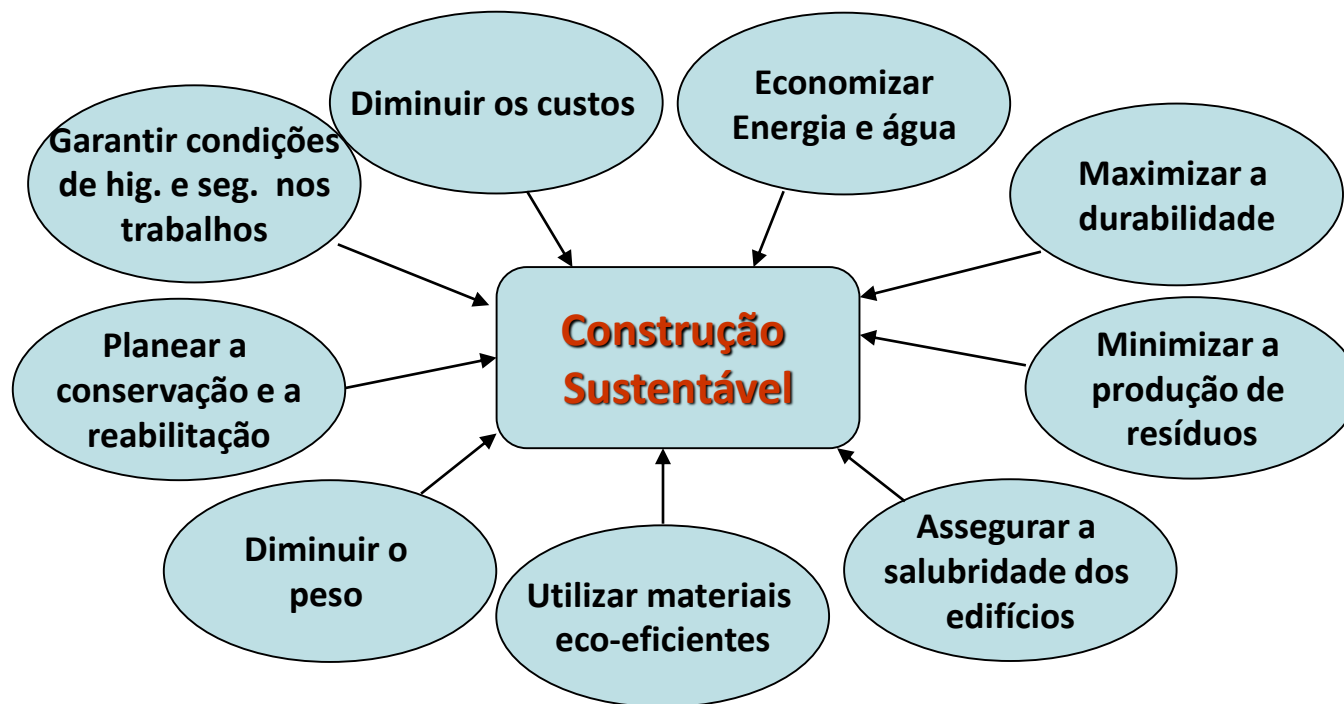


- A **construção sustentável** é um conceito muito **mais transversal** do que a **proteção do meio ambiente**.



PILARES DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

- Definiram-se uma **série de prioridades** que contribuem para que a Construção se aproxime cada vez mais das metas e objectivos do “Desenvolvimento Sustentável”. Essas medidas podem ser consideradas os **pilares da Construção Sustentável**:



SENDO UM CONCEITO TÃO TRANSVERSAL...

COMO IMPLEMENTAR O MESMO NO EXERCÍCIO PROJETUAL ?



O CONCEITO “EDIFÍCIO SUSTENTÁVEL” TEM VINDO A ADQUIRIR CRESCENTE IMPORTÂNCIA

Primeiro edifício sustentável nasce em Odivelas

03.09.2009

Lusa

Acesso para pessoas com mobilidade reduzida, recurso a painéis solares para gerar energia eléctrica e utilização de um



A banalização da sustentabilidade

Mercado imobiliário explora de forma inadequada o conceito de sustentabilidade e deixa consumidores desorientados.



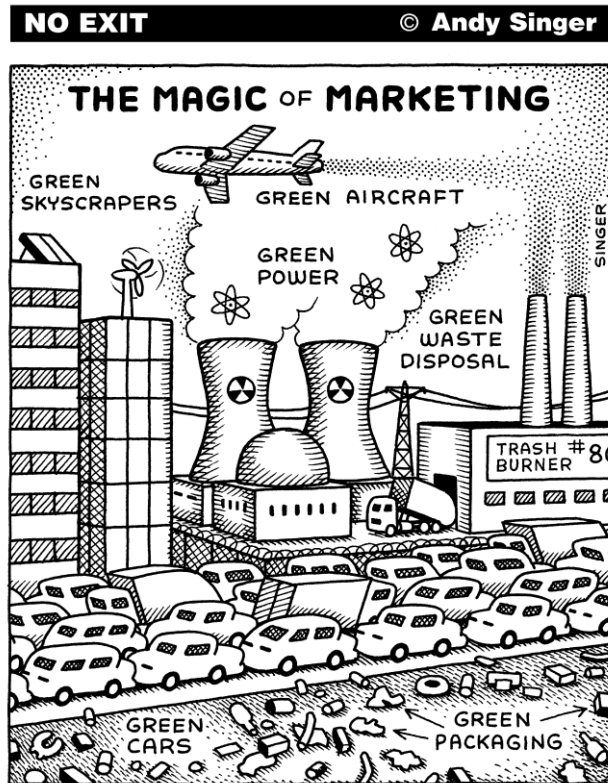
Você Está Aqui : Portal VGV » Notícias Da Construção Civil » HSBC Investe R\$10 Milhões Em Prédio Sustentável

HSBC investe R\$10 milhões em prédio sustentável

Publicado sexta-feira, novembro 12, 2010 por portalvgv. Seção: Notícias da construção civil. Tags: hsbc, predio sustentavel, responsabilidade ambiental, sustentabilidade



PRODUTOS SUSTENTÁVEIS OU “GREENWASHING”?



O PAPEL DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE DOS EDIFÍCIOS

- O exercício projetual deverá basear-se num **processo sistematizado** que permita ao projetista **estimar**, desde as fases mais preliminares de projeto, **a influência que diferentes cenários de projeto** terá ao nível do desempenho ambiental, social e económico do edifício.

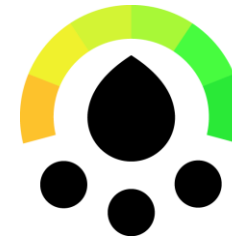


Métodos de suporte e avaliação da construção sustentável

- As avaliações da sustentabilidade têm como objectivo **reunir e reportar informação** para **as tomadas de decisão** durante as diferentes fases do ciclo de vida de um edifício.
- A avaliação da sustentabilidade assenta geralmente numa **lista de indicadores**.



EXEMPLO: ESTRUTURA DO SISTEMA SBTool^{PT}



SBTOOL^{pt}
ferramenta para a construção sustentável



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 parâmetros ambientais (15)

Dimensão	Categorias	Parâmetros	P _{ID}
DA - Ambiental	C1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	• Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida do edifício por m² de área útil de pavimento e por ano	P1
	C2 – Uso do Solo e Biodiversidade	• Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível	P2
		• Índice de impermeabilização	P3
		• Percentagem da área de intervenção previamente contaminada ou edificada	P4
		• Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones	P5
		• Percentagem de área em planta com reflectância igual ou superior a 60%	P6



Categorias e parâmetros ambientais (cont.)

Dimensão	Categorias	Parâmetros	P _{ID}
DA - Ambiental	C3 - Eficiência Energética	• Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização	P7
		• Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis	P8
	C4 - Materiais e resíduos sólidos	• Percentagem em custo de materiais reutilizados	P9
		• Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício	P10
		• Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados	P11
		• Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão	P12
		• Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos	P13
	C5 - Utilização eficiente da água e efluentes	• Volume anual de água consumido per capita no interior do edifício	P14
		• Percentagem de redução do consumo de água potável	P15



Categorias e parâmetros sociais (8)

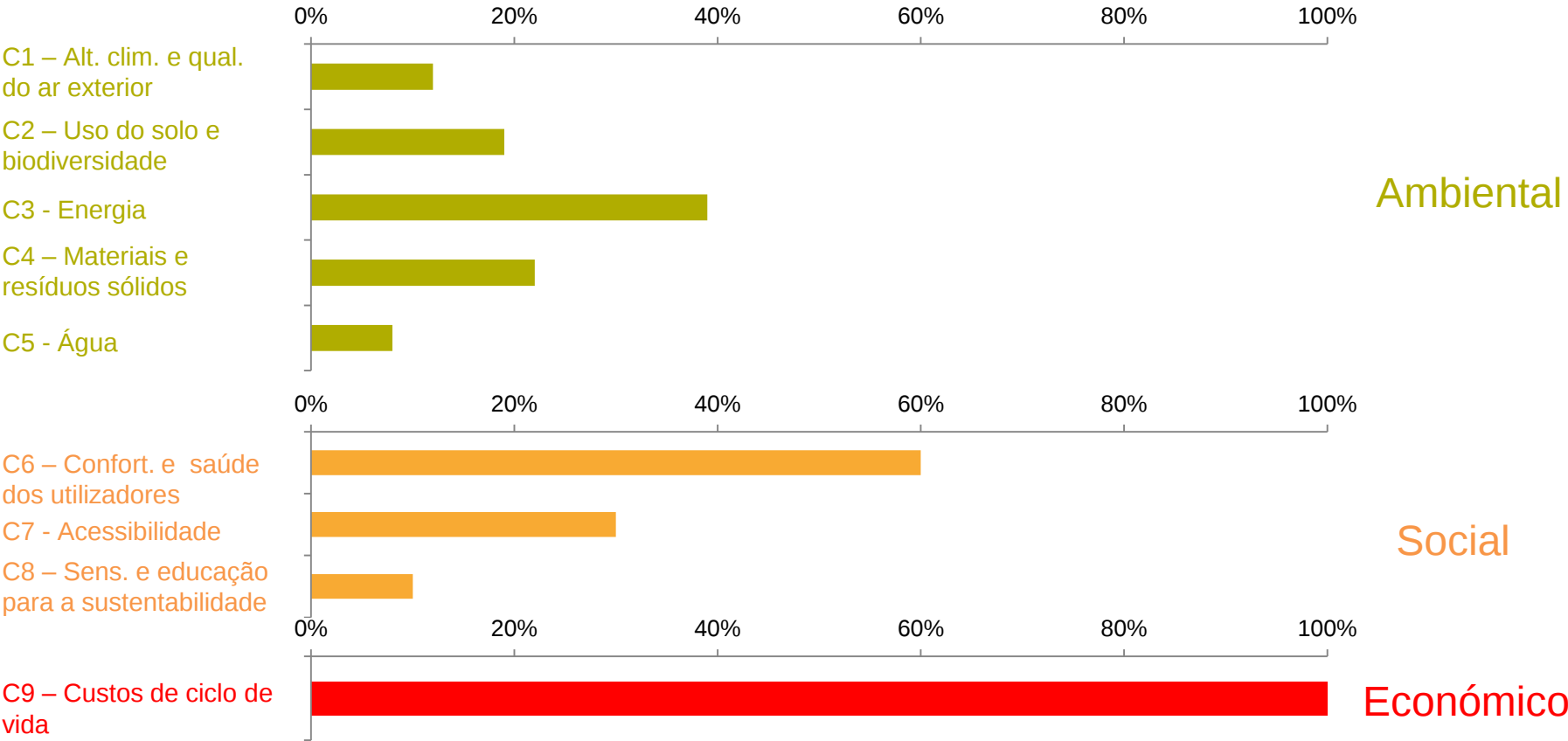
Dimensão	Categorias	Parâmetros	P _{ID}
DS – Dimensão Social	C6 - Conforto e saúde dos ocupantes	• Potencial de ventilação natural	P16
		• Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV	P17
		• Nível de conforto térmico médio anual	P18
		• Média do Factor de Luz do Dia Médio	P19
		• Nível médio de isolamento acústico	P20
	C7 - Acessibilidade	• Índice de acessibilidade a transportes públicos	P21
		• Índice de acessibilidades a amenidades	P22
	C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade	• Disponibilidade e conteúdo do Manual de Utilização do edifício	P23

Categorias e parâmetros económicos (2)

Dimensão	Categorias	Parâmetros	P _{ID}
DE - Económica	• Custos de ciclo de vida	• Valor do custo do investimento inicial por m² de área útil	P24
		• Valor actual dos custos de utilização por m² de área útil	P25

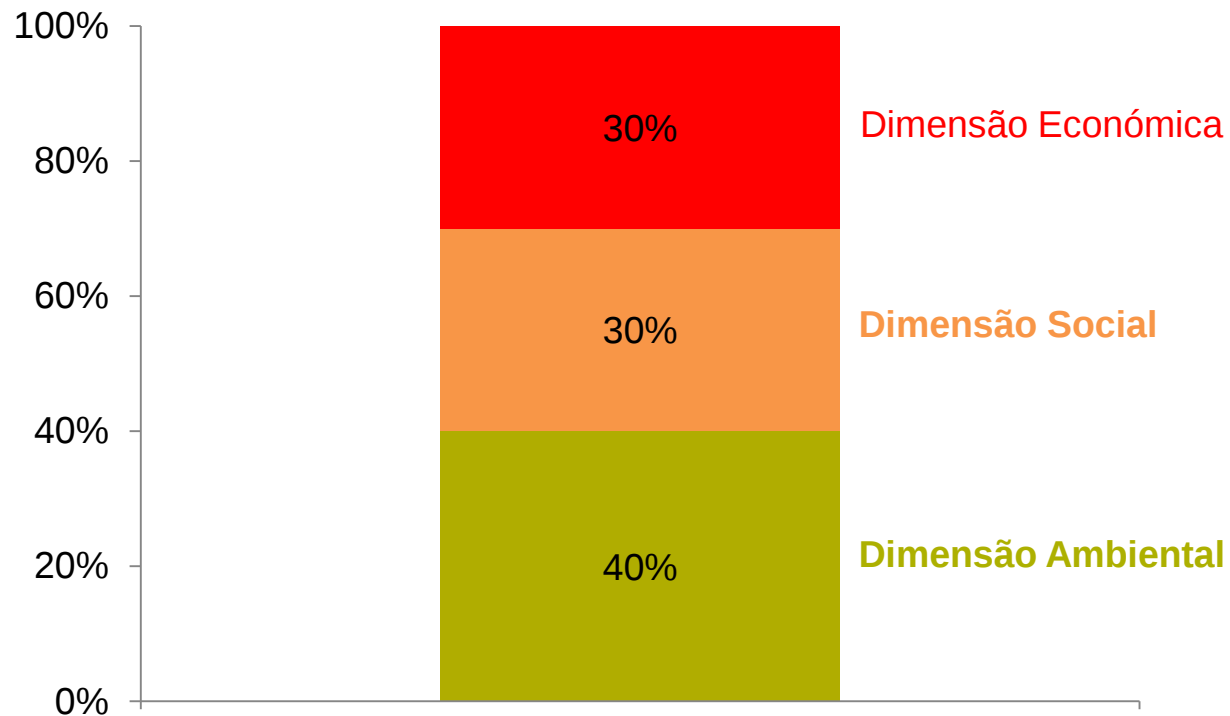


AGREGAÇÃO DOS PARÂMETROS – Sistema de Pesos



AGREGAÇÃO DOS PARÂMETROS (cont.)

Peso de cada dimensão no Nível Global de Sustentabilidade



AVALIAÇÃO GLOBAL E CERTIFICAÇÃO DE UM PROJECTO

➤ Os resultados são apresentados a dois níveis:

Nível 1: Categorias

Resultado da avaliação de um edifício (exemplo) - desempenho da solução ao nível das diferentes categorias.

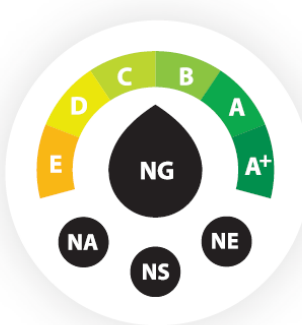


AVALIAÇÃO GLOBAL E CERTIFICAÇÃO DE UM PROJECTO (cont.)

Nível 2: Dimensões e Nota Global de Sustentabilidade

- A apresentação de resultados é similar à adoptada em sistemas de certificação existentes, tais como a Certificação Energética de Edifícios e a campanha European Display™.

Desempenho da solução ao nível de cada dimensão e nota global



AVALIAÇÃO GLOBAL E CERTIFICAÇÃO DE UM PROJECTO (cont.)

Aspecto geral do certificado

Certificado de Sustentabilidade

Nº Certificado:

SBTOOL^{pt}
ferramenta para a construção sustentável

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO
Foto (opcional, por favor!)

TIPO ☐ Edif. Habitação Unifamiliar ☐ Edif. Habitação Multifamiliar

MORADA / SITUAÇÃO

Localidade	Fraguela
Concelho	Código Postal
Imóvel inscrita no	Cons. do Reg. Predial de
Sob o nº	Art. Metralha nº

2 - ETIQUETA DE SUSTENTABILIDADE

Desempenho ao nível de cada dimensão
Nota Global (NG)

Legenda da ferramenta SBTOOL^{pt}

NG
Nota Global

- NA Nota Ambiental
- Abordagem integrada e qualidade do exterior
- Biodiversidade
- Energia
- Materiais e métodos construtivos
- Água

NS
Nota Social

- Saúde e conforto dos utilizadores
- Acessibilidade
- Sensibilização e educação para a sustentabilidade

NE
Nota Económica

- Custos de ciclo de vida

NG
Nota Global

3 - DESAGREGAÇÃO DO DESEMPENHO POR CADA CATEGORIA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Legenda	
A+										C1 Atenuações climáticas e qualidade do ar exterior C2 Biodiversidade NA C3 Energia	
A											C4 Materiais e técnicas construtivas C5 Água
B											
C										NS C6 Saúde e conforto dos utilizadores C7 Acessibilidade	
D											NE C8 Segurança e educação para a sustentabilidade RE C9 Custos de ciclo de vida
E											

Nome do responsável pela emissão do certificado

Avaliador

Data da emissão

INSTITUTO SUPRAMODIA

ISBE
PORTUGAL

International Initiative for a Sustainable Built Environment

GUIA DE AVALIAÇÃO

SBToolbox - H

Dimensão Ambiental P14

Categoria: C5 - Agua

Indicador: Consumo de água
Parâmetro: Volume anual de água consumido *per capita* no interior do edifício

Objective

Promover e premiar a redução do consumo de água no interior dos edifícios durante a fase de utilização.

Aplicabilidad de

Este parâmetro aplica-se na fase de concepção de um edifício novo ou na fase de concepção de uma operação de reabilitação e/ou melhoria de um edifício existente.

Contexto

Água tem uma influência decisiva na qualidade de vida das populações e é um recurso indispensável à grande maioria das atividades econômicas, nomeadamente à agricultura e à indústria. A qualidade da água de abastecimento, a drenagem e o tratamento de águas residuais têm forte impacto na saúde pública. Tendo em conta que a água é um recurso muito importante e que os recursos de água potável estão a diminuir consideravelmente, continuamente ao consumo que aumenta exponencialmente, é necessário tomar medidas para tornar o seu uso mais eficiente.

Segundo estimativas da ONU, em 2025, dois terços da população mundial vão viver em situação de escassez de água. Essas estimativas têm por base uma série de estudos internacionais que concluem que é fundamental evitar a desperdício deste recurso cada vez mais escasso devido, essencialmente, a dois fatores: o crescimento demográfico e o crescimento económico, agravado pelas alterações climáticas (a redução da precipitação ou a alteração do seu regime a curto/médio prazo irá afectar alguns países, entre eles Portugal).

[Nota: neste caso, os diversos debates, associados à água, são eficazes considerando que o consumo doméstico de água ou não reflete no crescimento das vendas de água potável, como se a consumo doméstico fosse o único uso da água no caso de consumo total. Evidente que no setor doméstico se consume pouca água em comparação com outros setores, como por exemplo, a irrigação [que utiliza cerca de 70% da água, com grandes desperdícios], mas a prova real está: que cada gota que é consumida numa hospedagem é de qualidade excelente e que depois de utilizada é reciclada e reaproveitada por um tratamento adequado antes de retornar ao ciclo normal da água. Desta forma, o consumo de água tem um custo e um valor financeiro e econômico, mesmo quando consumido nos edifícios apresenta uma grande diferença. Para além dos impactos económicos, a utilização eficiente de água é também uma questão moral (pois existem países em que se usa água potável não tão adequadamente como potável).

A necessidade de um uso eficiente da água em Portugal é reconhecido pelo Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água - PNEUA (aprovado por Resolução do Conselho de Ministros n.º 113/2005, de 30/06), que entre as medidas propostas, se destaca o rotulagem da eficiência das aparelhos domésticos de utilização de água (autores, chuveiros e outros), que deverá incluir informações sobre a eficiência hídrica. Segundo um estudo do UNIC, apresentado no Anexo 14.1, os principais destinos da água nas habitações são os banhos (32%), os autoclismos (28%) e as torneiras (18%).

SBToolbox - H

Dimensão Ambiental

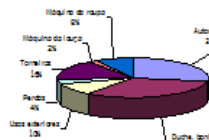


Figura 14.1: Estrutura média estimada do consumo doméstico de água (Vieira et al. 2002)

o desempenho da eficiência hídrica deste parâmetro analisou-se através do Volume Anual de Consumo por pessoa no Interior de Angola (Pc), que resulta da soma das estimativas do volume de água consumido anualmente, por cada habitante de consumo, em cada um dos dias úteis de utilização, em função da eficiência dos dispositivos utilizados e das perdas de consumo. Para a definição dos benchmarks em referência às práticas convencionais teve-se por base os resultados apresentados no Inventário Nacional dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuárias (INGAR), que fornece estatísticas nacionais sobre os consumos médios de água por habitante em Portugal. Nesse estudo, a referência para a média nacional, numa captação média de 132 l/habitante, tendo em conta que 10% desse consumo é utilizado para rega e usos exteriores, considerando a perda e o consumo de água no interior dos edifícios específicos que se pratica convencionadamente para a volume anual de água consumido por pessoa resulta de 118,8 l/habitante. Para a obtenção do indicador de eficiência hídrica, a norma hídrica em análise foi considerada a melhor prática efetuada, através da análise do consumo de água, numa habitação em que se utilizam dispositivos mais eficientes. Para o efeito foi utilizada a Tabela 14.2, obtendo-se um valor para a melhor prática de 60,6 litros por pessoa e dia, resultando numa eficiência hídrica de 22,4%.

Existem algumas medidas que ao serem consideradas nas diversas fases do ciclo de vida do edifício permitem minimizar o consumo de água. No entanto, a fase de projecto que se apresenta com medidas que conduzem a poupanças mais significativas. A medida mais importante passa por seleccionar as posturas de utilização da água (torneiras, autoclismos, chuveiros e electrodomésticos) que apresentem menor consumo de água para o mesmo nível de conforto de utilização. Actualmente, sendo disponíveis no mercado, para os vários tipos de utilização, dispositivos mais eficientes do que os convencionais. A introdução destes dispositivos é um aspecto fundamental para a minimização do impacto dos edifícios nos recursos hídricos durante a fase de utilização e, por consequente, contribuir para a sua sustentabilidade.

Na Tabela 14.1, apresentamos algumas medidas que, ao serem introduzidas nas diversas fases do ciclo de vida do edifício, contribuem para o seu maior sustentabilidade. Algumas das medidas de caráter geral apresentadas no tabela não são voltadas na presente metodologia, pois estão relacionadas com se hábitos dos usuários do edifício. É de se esperar que o comportamento dos usuários influencie significativamente o consumo de água em um edifício que esteja equipado com dispositivos mais eficientes, mas que não seja usado corretamente, pode ter um consumo de água elevado.

98Toolbox - H

Dimensão Ambiental

P14

Tabela 14.1: Medidas para poupança de água

[illegible]

Elementos necessários à avaliação

1. Listagem e descrição de todos os dispositivos de utilização de água instalados ou previstos para o edifício.
2. Documentação técnica com as características de eficiência de consumo de água de cada um dos dispositivos instalados ou previstos para o edifício.

Processo de Cálculo

1. Preencher o consumo de água por habitante (per capita) através do preenchimento do Tabela 14.2. Considerar as seguintes indicações:
 - a. Não caso de desativação de utilização não estejam especificados no projeto, admitir a utilização de dados técnicos convencionais: torneiras convencionais, chuveiros com fluxos máximos de 10 litros por hora e 75 l/m³ de consumo de água por habitante de 25l;
 - b. Caso sejam conhecidos os consumos de água dos dispositivos que efetivamente vão ser instalados, será necessário a considerar os cálculos. Esse valor deve ser justificado através da apresentação do documento técnico respectivo;
 - c. Assumir o valor de 1 metro cúbico de água por dia e avaliar um valor reservado 0,5 metro;
 - d. Caso o água seja alimentado por determinado dispositivo preventivo, por exemplo de um fogão ou forno, chuveiro e colônia, deve ser admitido um consumo médio de 10 litros por hora e 75 l/m³ de consumo de água por habitante, independentemente do seu aproveitamento, através da utilização de equipamentos mais eficientes. Adicionalmente, a utilização de água proveniente de jatos, ou outras, não inclui o cargo nos sistemas de drenagem e de tratamento e contribui a qual forme para o esgotamento e perda de qualidade de um bem natural tão preciosos e como a água.

APRESENTAÇÃO DE UM CASO DE ESTUDO



Projeto:

Parceiros:



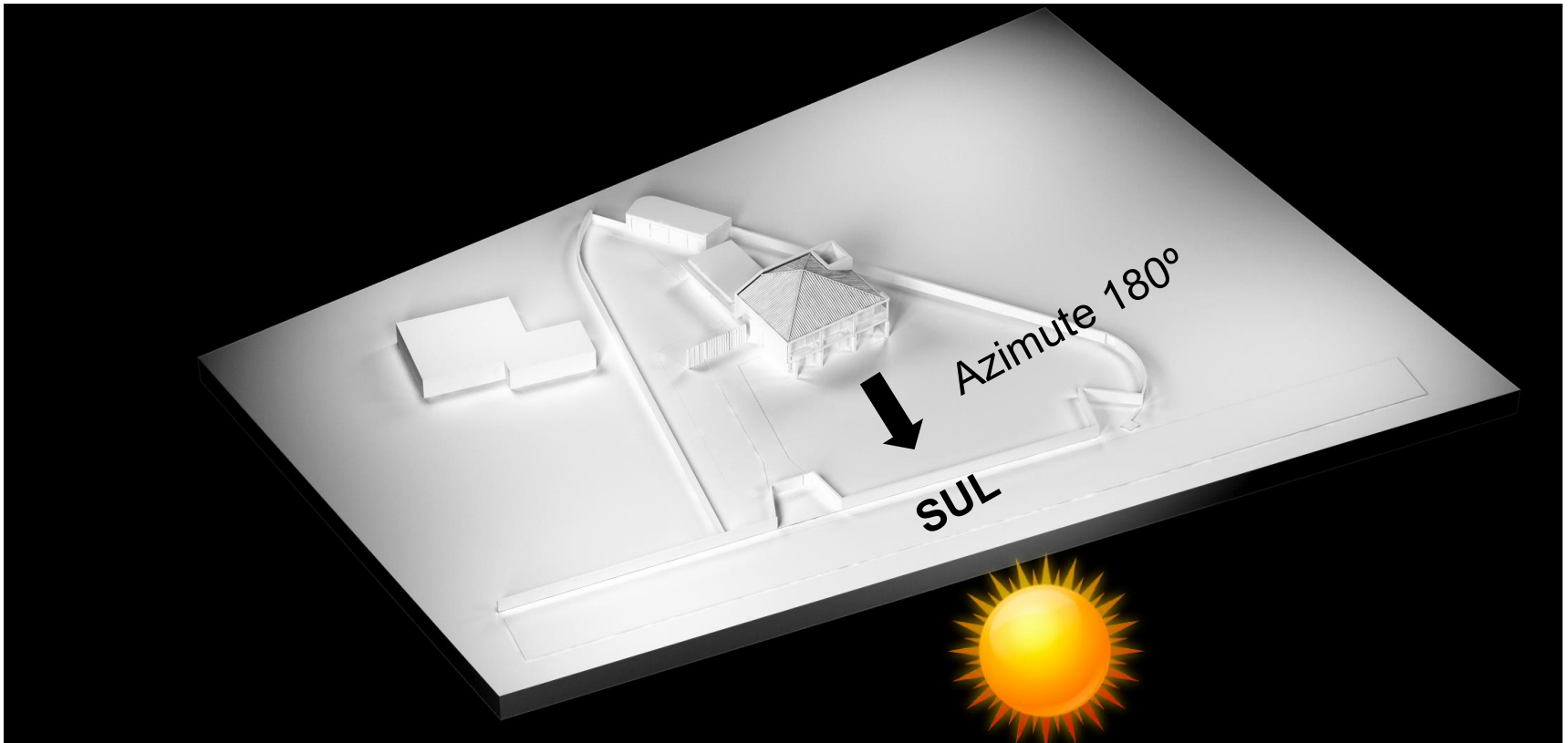
Uso eficiente de materiais

- **Compatibilidade** com os edifícios pré-existentes na vizinhança (utilização de cobertura em telha cerâmica e pedra de granito no revestimento do R/C).
- Utilização de **aglomerado negro de cortiça** no isolamento das paredes e cobertura;
- Utilização de **pedra extraída nas imediações do local de construção** (arranjos exteriores e paredes);
- **Aproveitamento da alvenaria de pedra do edifício pré-existente** (parcialmente desmantelado) para execução dos muros de vedação.

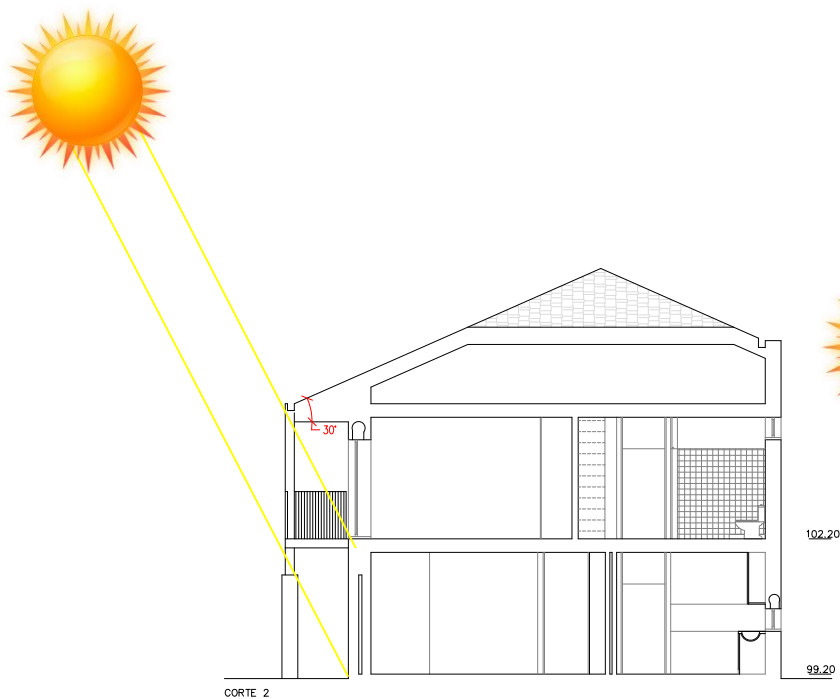


Eficiência energética: soluções passivas

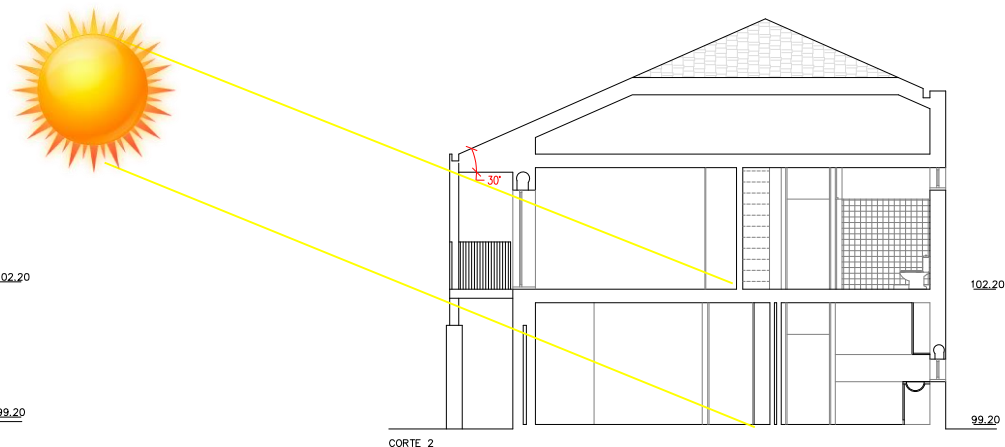
1. Otimização da orientação solar e adequação do edifício ao contexto climático



2. Introdução de palas solares (sombreamento solar otimizado)



21 de junho: 100% da área dos envidraçados está sombreada



21 de dezembro: 100% da área dos envidraçados está exposta



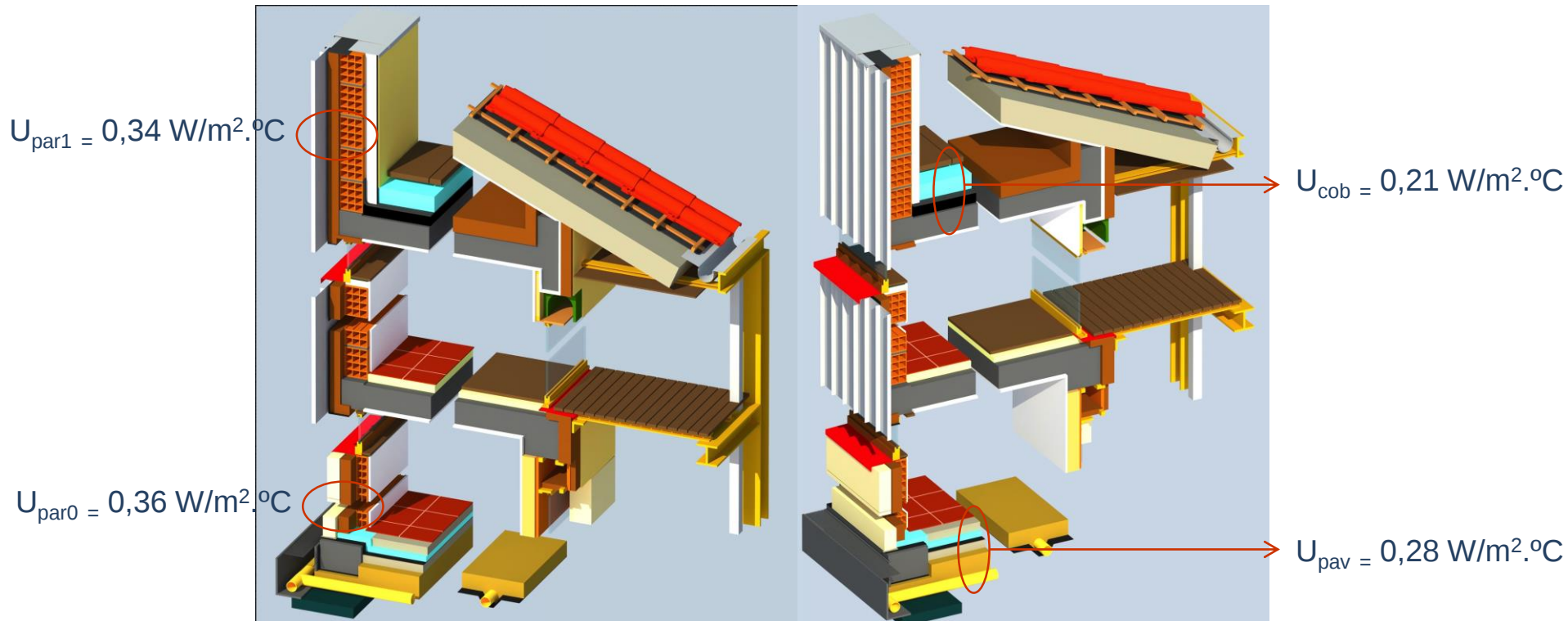
2. Introdução de palas solares (cont.)



21 de dezembro de 2016: 100% da área
dos envidraçados está exposta ao sol



3. Isolamento eficiente da envolvente (cont.)



Pormenores construtivos

3. Isolamento eficiente da envolvente (cont.)



Aglomerado negro de cortiça (10 cm)
 na caixa de ar das paredes do r/c.

3. Isolamento eficiente da envolvente (cont.)

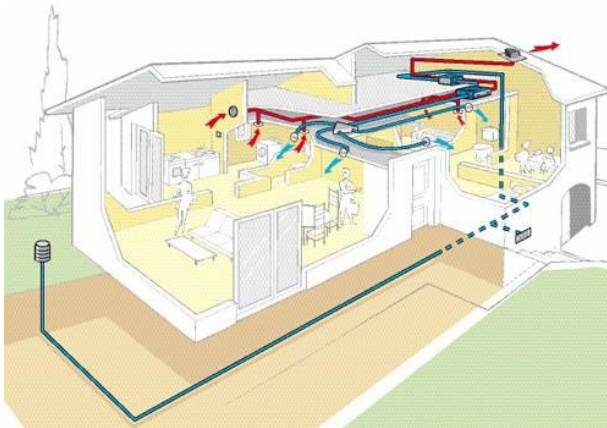


Aglomerado negro de cortiça (10cm) no
ETICS do 1º andar



Correção das pontes térmicas na base
das paredes do r/c

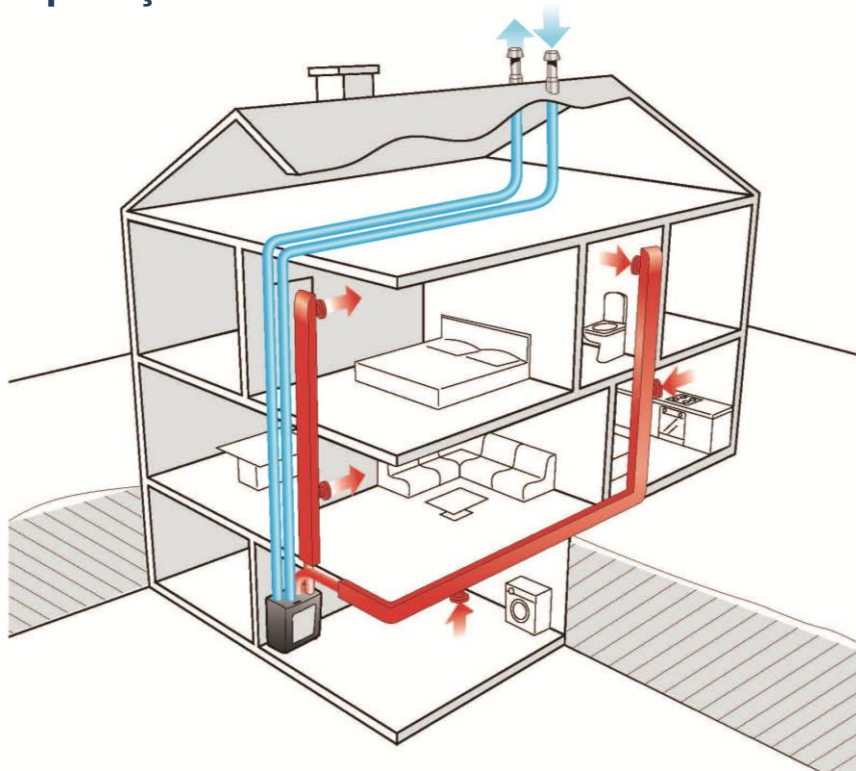
4. Ventilação através de tubos enterrados no solo



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.

Eficiência energética: soluções ativas

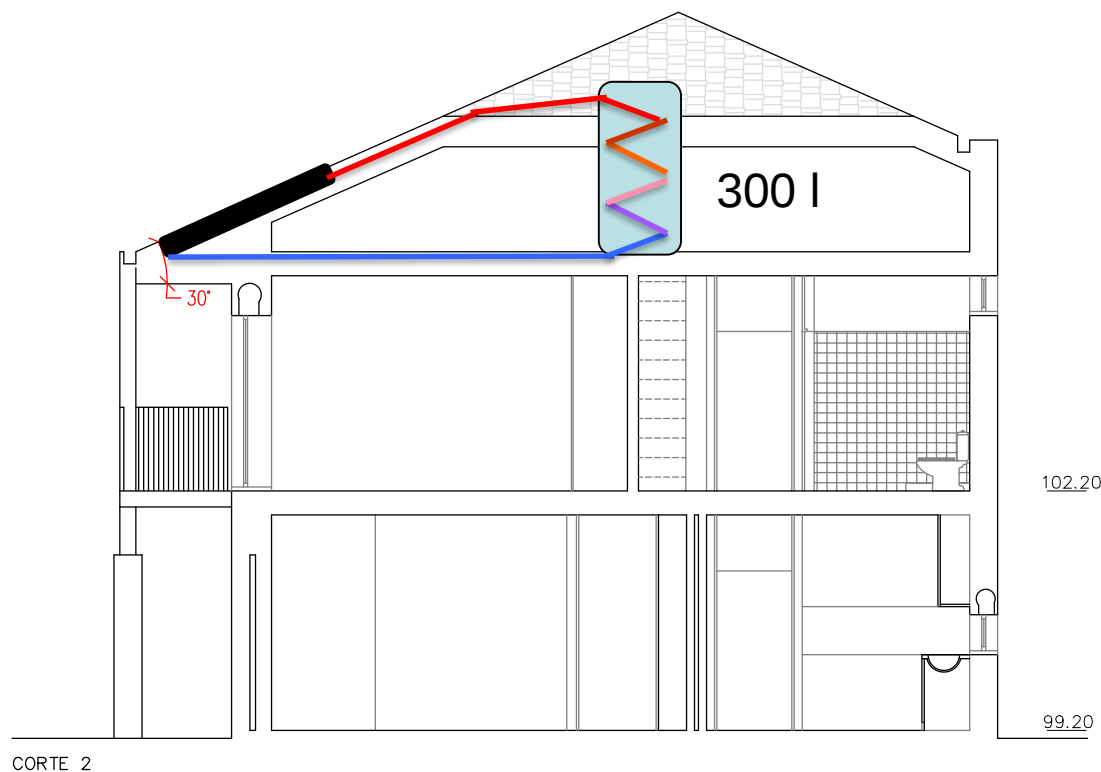
1. Taxas de renovação do ar interior controladas, com monitorização de CO₂ e HR e recuperação de calor.



Ventilação com recuperação de calor
(eficiência = 91%).

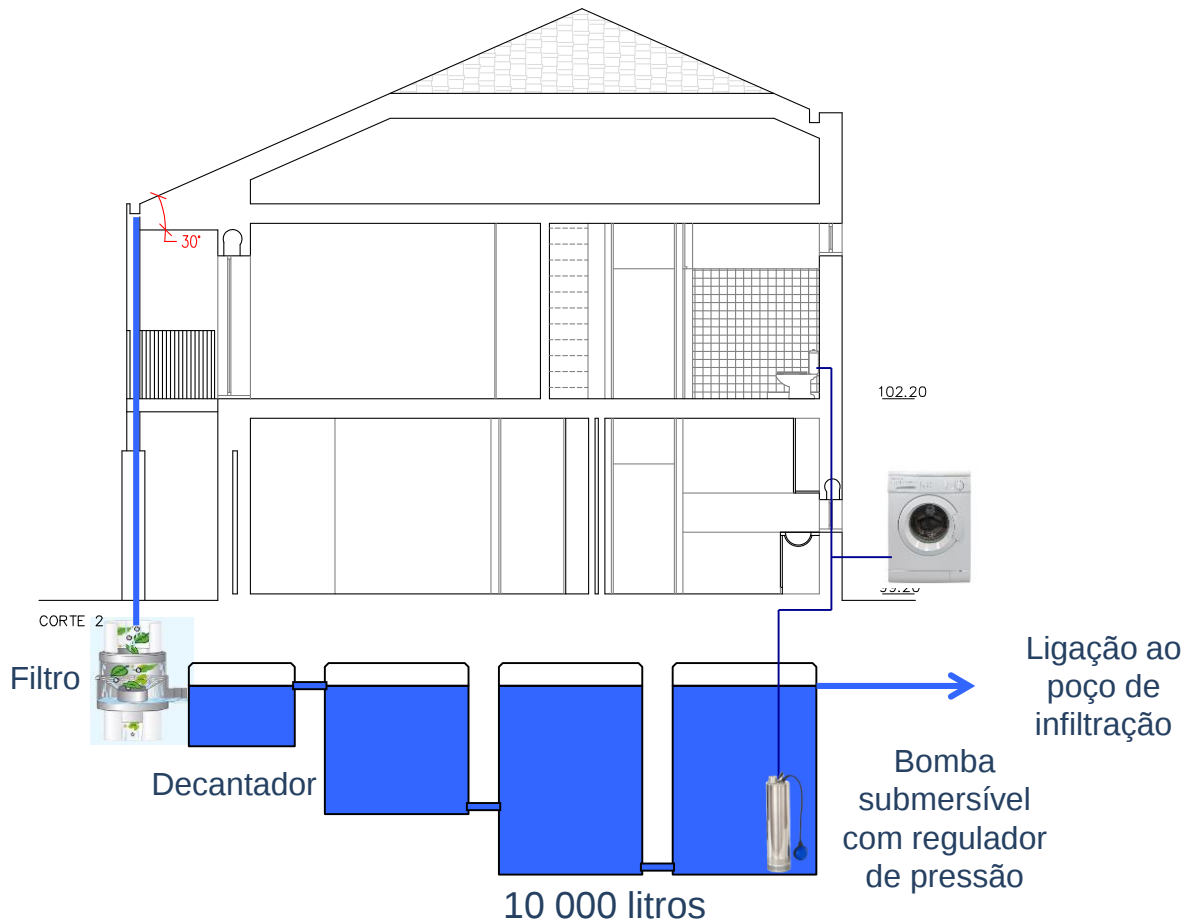


2. Coletor solar para preparação das AQS, com sistema de apoio a biomassa (100% das necessidades energéticas são supridas por fontes renováveis)



Uso eficiente de água e reciclagem de águas pluviais

Aproveitamento das águas pluviais: 100% das águas pluviais são retidas no local de implantação (poços de infiltração). A água da chuva satisfaz a 100% as necessidades de água nas sanitas.



Uso eficiente de água e reciclagem de águas pluviais (cont.)



Aproveitamento de reservatórios pré-existent para materialização da cisterna de águas pluviais

Sistema de aquecimento e apoio às AQS



 14	 	Model BOILER24KA-AUTO						it	
		Serial 17KA900007						Pin-n	Pot. termica globale
		Manufacturer: AMG SPA -VI- Italia							
		ASSISTENZA TECNICA: 0445 1929996							
						Vn	230 V	Pwn	Produz acqua nominale
						fn	50 Hz	Pwr	Produz acqua ridotta
		Pwn	21,51 Kw	Pwr	5,21 Kw			Mwp	Max Pressione idrica
		Pin-n	23,79 Kw			Ph	1	Cl.	Classe Caldaia
		Cl.	5	H ₂ O	50,00 l	Tw	80,00 °C	H ₂ O	Acqua Contenuta
		Rn	90,39 %	Rr	88,82 %	Tf	108 °C	Rn	Rendimento Nominale
		Pes	400 W	Pen	120 W	Mwp	2,50 Bar	Rr	Rendimento Ridotto
		EN 303-5:2012						Tw	Temperatura H ₂ O
								Tf	Temperatura fumi
								Pes	Pot. elettr. accensione
Combustibile: pellet di legno. Lungh<30mm-Ø 6 mm - Fuel Class: C1. Usare solo combustibili raccomandati. Leggere e seguire le istruzioni d'uso e manutenzione. Questo apparecchio non può essere usato su canna condivisa. Fuel: wood pellet. Length<30 mm-Ø 6 mm - Fuel Class: C1. Use only recommended fuels. Read and follow the operating instructions. This appliance can't be used in shared flue. Manufacturer: AMG SPA, Via delle arti e dei mestieri 1/3 - San Vito di Leguzzano (VI) -IT Ente notificato: 2456 Notified Institution: 2456								Pen	Pot. elettr. nominale
								Vn	Tensione nominale
								fn	Frequenza nominale

Caldeira a *pellets* com modelação automática
com rendimento compreendido entre 88,62% a
90,39%

RESULTADOS

Certificado energético

INDICADORES DE DESEMPENHO

Determinam a classe energética do edifício e a eficiência na utilização de energia, incluindo o contributo de fontes renováveis. São apresentados comparativamente a um valor de referência e calculados em condições padrão.



Aquecimento
Ambiente

Referência: 46 kWh/m².ano

Edifício: 49 kWh/m².ano

Renovável 100 %

100%
MAIS
eficiente
que a referência



Arrefecimento
Ambiente

Referência: 4,0 kWh/m².ano

Edifício: 1,5 kWh/m².ano

Renovável - %

63%
MAIS
eficiente
que a referência



Água Quente
Sanitária

Referência: 17 kWh/m².ano

Edifício: 16 kWh/m².ano

Renovável 100 %

100%
MAIS
eficiente
que a referência

CLASSE ENERGÉTICA

Mais eficiente

Julho 2006 Dez. 2013 Janeiro 2016

A+
0% a 25%

A
26% a 50%

B
51% a 75%

B-
76% a 100%

C
101% a 150%

D
151% a 200%

E
201% a 250%

F
Mais de 251%

A+

5%

Mínimo
Edifícios Novos

Mínimo
Grandes Intervenção

ENERGIA RENOVÁVEL

Contributo de energia renovável no consumo de energia deste edifício.



98%

EMISSIONES DE CO₂

Emissões de CO₂ estimadas devido ao consumo de energia.



0,10

toneladas/ano

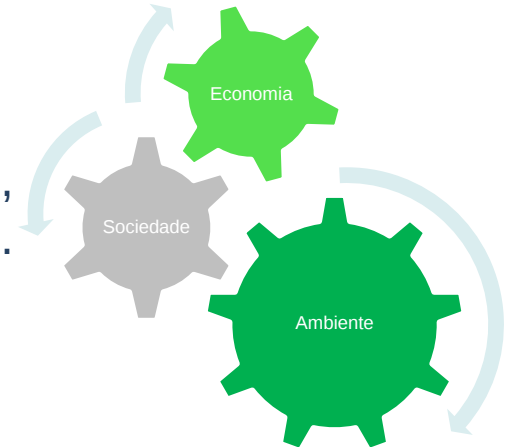


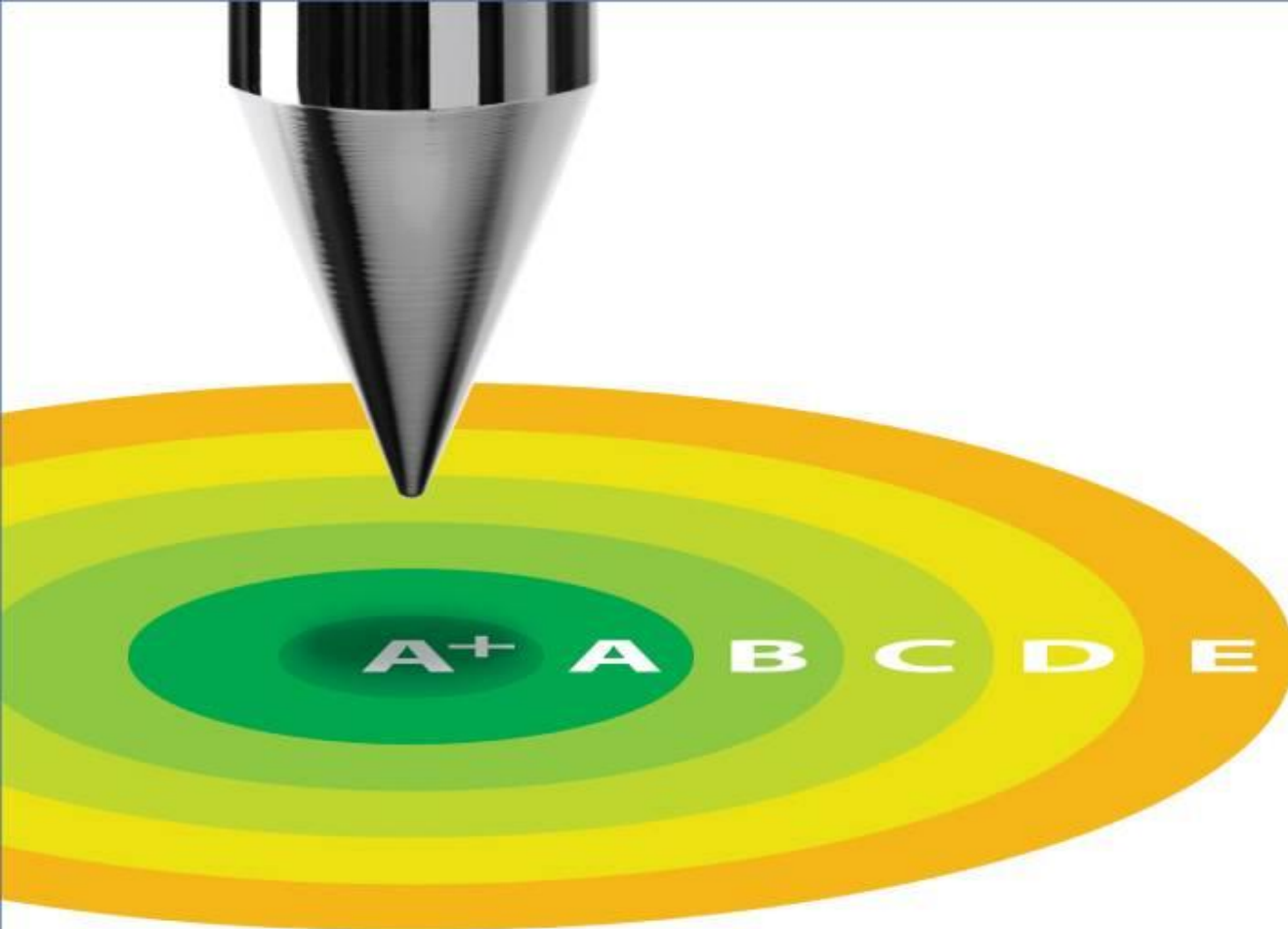
Certificado de sustentabilidade



CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A concepção, construção e utilização sustentáveis de edifícios baseiam-se na avaliação da **pressão ambiental**, **desempenho funcional**, e **aspectos socioeconómicos**.
- Os **métodos de avaliação da sustentabilidade** são um importante instrumento para **suportar as tomadas de decisão**, principalmente durante as fases mais preliminares de projeto.
- Já existem no mercado vários **produtos e soluções técnicas** que permitem a materialização de **edifícios de elevada eficiência e custos de ciclo de vida reduzidos**.





Muito obrigado...



© Ricardo Mateus

University of Minho
CTAC Research Centre
Guimarães, Portugal

Email: ricardomateus@civil.uminho.pt