

CONSTRUÇÃO Q+

WORKSHOPS TRANSIÇÃO CLIMÁTICA

SOLUÇÕES PASSIVAS E ATIVAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

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



COMPETE
2030

2030

Cofinanciado pela
União Europeia

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



1. A eficiência energética
2. Conceitos importantes
3. Medidas passivas e ativas
4. A transformação necessária

<https://www.menti.com/al66o19erzma>

**O que pensam
quando se fala
em eficiência
energética?**



Click to download as image

Code: **3403 0670**

O que pensam quando se fala em eficiência energética?

reduzir o desperdício poupança
inteligência no design eficiência

sustentabilidade

ambiente economia energia limpa
otimização eficácia energética redução pegada carbono
otimização energética

1

A eficiência energética

A Eficiência Energética. O que é?

O uso eficiente da energia para obtenção de um determinado resultado.

Por definição, **eficiência energética** é a relação entre a quantidade de energia utilizada numa atividade e aquela que é providenciada para a sua realização.

A Eficiência Energética é uma prioridade europeia:

- **Segurança Energética**– em 2030, numa abordagem “business as usual”, a UE terá uma dependência de energia importada de cerca de 70%.
- **Proteção ambiental** – a produção e o uso de energia são responsáveis por cerca de 90% das emissões de carbono.
- **Falta de recursos energéticos suficientes** – UE não pode aumentar a oferta de recursos energéticos, mas pode reduzir a procura de energia.

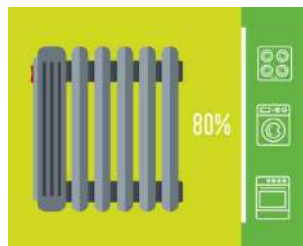


“O primeiro combustível”

Agência Internacional de Energia

“ (...)uma das formas mais rápidas e custo-eficientes para mitigar o dióxido de carbono”

- Os edifícios representam, na Europa, cerca de **40% do consumo de energia final**.
- O parque imobiliário é assim o **maior consumidor de energia na Europa** e é responsável por uma parte muito significativa das **emissões de carbono associadas à produção e utilização da energia** .



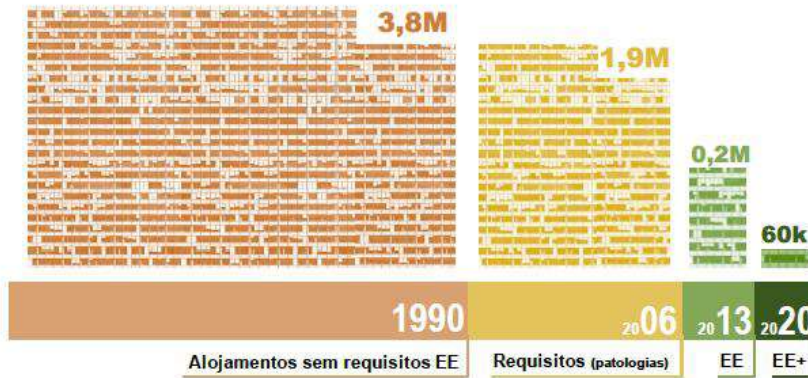
IPCC 6th Assessment Report

*Efforts to halt **catastrophic climate change** are being held back by "**inertia**" in the built environment sector*

*Engineers, Architects and urban planners should really look at **rethinking the way they work...***

*...they need to develop a new vocabulary **and more climate change specific solutions***

A "inércia" dos edifícios existentes.



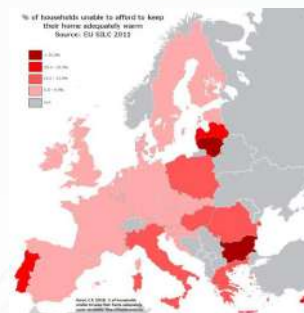
Requisitos de eficiência e alojamentos construídos (INE, 2015)⁶

- Envelhecimento do stock de edifícios, com cerca de 70% construído antes de 1990
- Baixo desempenho energético dos edifícios residenciais
- Sistemas de aquecimento descentralizados e de baixa eficiência descentralizada, como lareiras
- Baixas taxas de propriedade dos sistemas de arrefecimento de espaço a nível nacional
- Custos elevados de energia
- Níveis mais baixos de consumo de energia per capita em comparação com os outros países da UE28

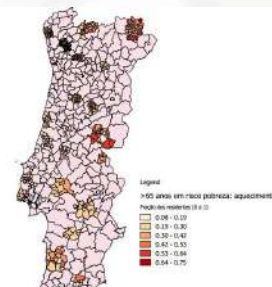


De 2.0 to 3.7 milhões¹ habitantes em risco de pobreza energética em Portugal!

Fonte: Eurostat



Fonte: <http://observador.pt/obrea-energetica-22-dos-esta-risco/>

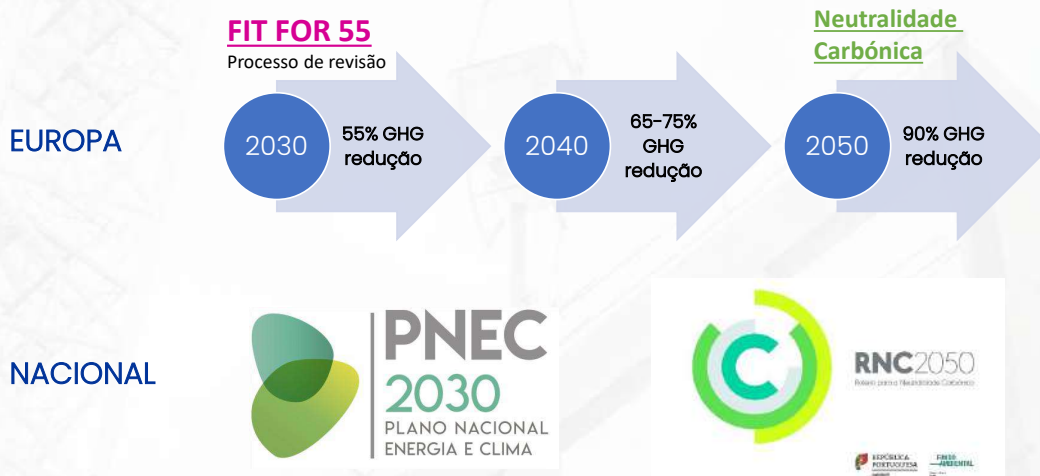


1 – Eurostat (2020). European Commission – Database. Available at: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/data-base>

Qual é a visão para o futuro?



A Lei Europeia do Clima (ECL) de 2021 estabelece o objetivo de uma UE com impacto neutro no clima até 2050



FIT FOR 55 - EDIFÍCIOS **The Green Deal**

Processo de revisão da Diretiva de Eficiência Energética – (2021)

Atualização de definições e metas para District Heating and Cooling

Processo de revisão da Diretiva Energia Renovável– (2021)

Atualização dos objectivos de aquecimento e arrefecimento de acordo com as metas para 2030 e níveis mínimos de energia renovável nos edifícios

Extensão do ETS (Emissions Trading System) para emissões dos edifícios

Nova Diretiva do Desempenho Energético dos Edifícios (2021)

Diretiva para o Desempenho Energético dos Edifícios - The Energy Performance of Buildings Directive

EPBD (2002)

Enquadramento de uma metodologia de cálculo do desempenho energético de edifícios com base num quadro geral comum; Implementação de um sistema de certificação obrigatório para o desempenho energético de edifícios;

EPBD (2010)

Requisitos mínimos de energia tendo em consideração níveis ótimos de rentabilidade.

«Necessidades quase nulas de energia» para novos edifícios a partir do final de 2018 (setor público) e 2020 (todos edifícios novos).

EPBD (2018)

Enquadramento de políticas para a descarbonização dos edifícios existentes

Mobilidade sustentável

Inteligência dos edifícios (Smart Readiness indicator)

EU legislation on energy and buildings



Also:

- Ecodesign
- Ecodesign for Sustainable Product Regulation (ESPR)
- Energy labelling
- Level(s)
- State Aid (GBER)



EPBD (2024)

Novos edifícios têm que ser **zero-emissões** em 2030 (edifícios públicos em 2028)

A partir de **2030**, consideração de uma abordagem “whole-life cycle carbon emissions”

Para os edifícios existentes: MEP - A construção de rótulos energéticos será expressa em kWh/m².ano, *RESCALED* para 15% do stock na classe G, A classe A sendo z - zero emissões, e **OBRIGAÇÃO** de chegar à classe F para edifícios residenciais até 2030 e classe E até 2033.

- Logbooks and Renovation Passports
- Planos nacionais de renovação e incentivos a programas de financiamentos para redução de energia
- Base de dados para o desempenho energético – SRI and smart metering
- Mobilidade eléctrica

Transposição para a legislação nacional – Portugal

EPBD – Diretiva nº 2010/31/EU



2013

Decreto-Lei nº 118/2013

- **SCE** - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
- **REH** - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
- **RECS** - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

EPBD – Diretiva nº 2018/844/EU



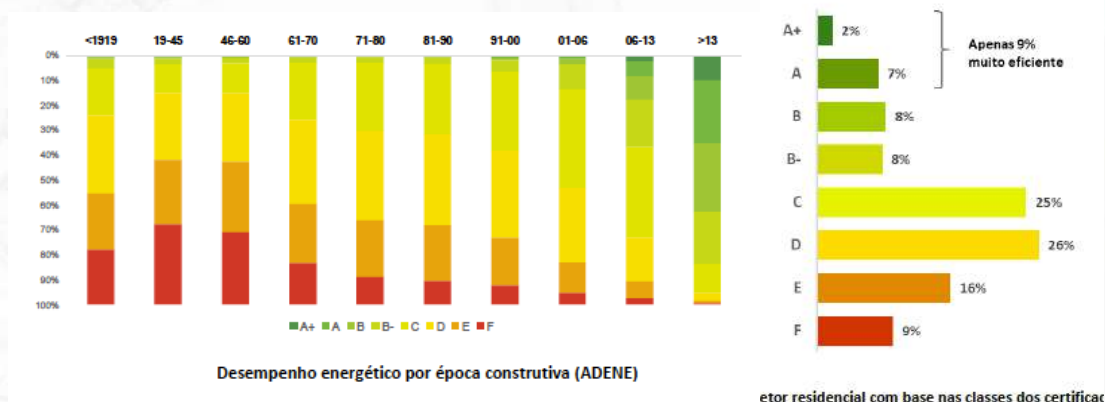
2020

Decreto-Lei nº 101-D/2020

- **Revoga o SCE actual**
- **Inspeções periódicas aos sistemas técnicos**
- **Regras para instalação pontos de carregamento**

Evolução e resultados da legislação portuguesa

A implementação da regulamentação térmica tem resultado numa melhoria do desempenho energético dos edifícios ao longo dos últimos 25 anos, desde a primeira publicação em 1990.



Evolução da intensidade energética:

2010 a 2015 – 2,1%

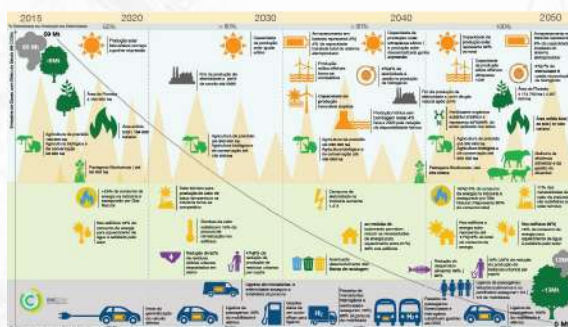
2015 a 2020 – 1,4%

2020 e 2021 – 1%

Para cumprir RNC e neutralidade carbônica em 2050 – 4% entre 2020 e 2030

É urgente atuar!

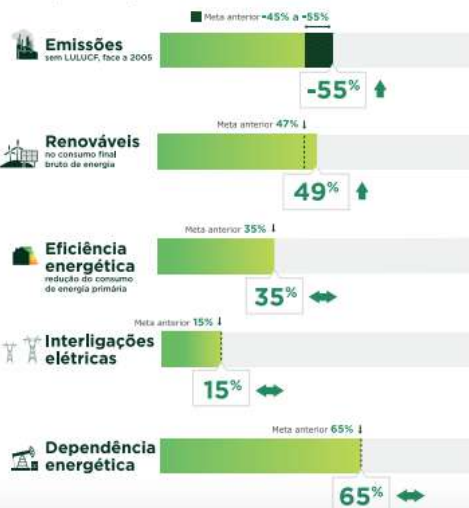
Os edifícios terão de usar menos 50% de energia para aquecer (ou arrefecer) até 2030, em comparação com 2020, segundo a Agência Internacional de Energia (AIE).



PNEC 2030

RNC 2050

Principais metas IPNEC 2030



Alterações do PNEC 2030



	Versão 2020	Revisão de dezembro de 2024
Redução de emissões de GEE	-45% a -55% até 2030 (face a 2005)	-55% até 2030 (valor único)
Energia renovável no consumo final bruto	47%	51%
<u>Produção renovável de eletricidade</u>	80% até 2030	85% até 2030 e 80% já em 2026
<u>Capacidade solar fotovoltaica</u>	8,4 GW	20,8 GW
Capacidade eólica em terra	6,3 GW	10,4 GW
<u>Capacidade eólica offshore</u>	0,03 GW (projeto-piloto)	2 GW até 2030 (leilões para 10 GW)
Hidrogénio verde – eletrolisadores	2,5 GW	5,5 GW (revisão da Estratégia Nacional do Hidrogénio)
Redução do consumo de energia primária	-35% (face a PRIMES 2007)	15% para edifícios residenciais 7% para não residenciais até 2030
<u>Reabilitação energética de edifícios</u>	Incentivo a NZEB (Nearly Zero-Energy Buildings)	Promoção de ZEB (Zero-Emission Buildings)
Governança	8 objetivos e 214 medidas	8 objetivos, 65 linhas e atuação e 297 medidas
<u>Pobreza Energética</u>	Menção genérica	Introdução de indicadores e metas de acompanhamento
<u>Neutralidade Carbónica</u>	Até 2050	Até 2045

ESTRATÉGIA NACIONAL DE LONGO PRAZO PARA O COMBATE À POBREZA ENERGÉTICA

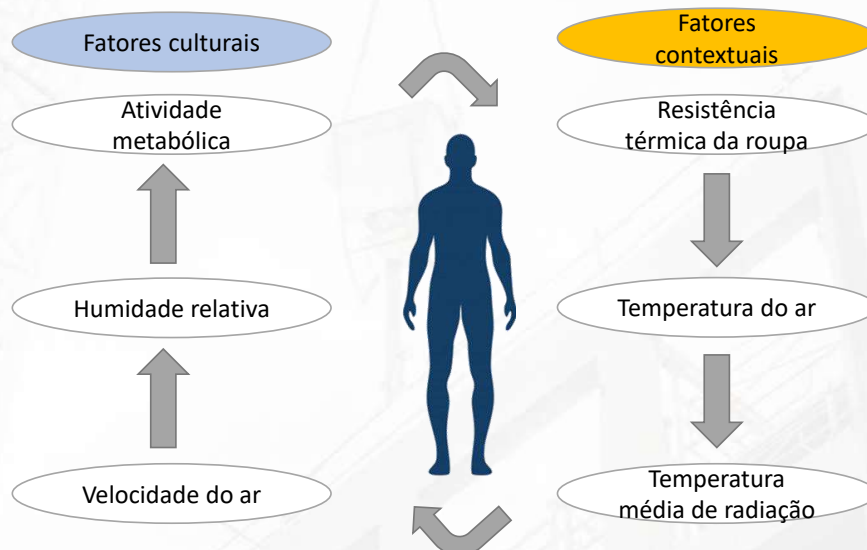
ELPRE - ESTRATÉGIA DE LONGO PRAZO PARA A RENOVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS



2

Conceitos importantes

O conforto térmico é complexo e subjectivo!



O que é o conforto?

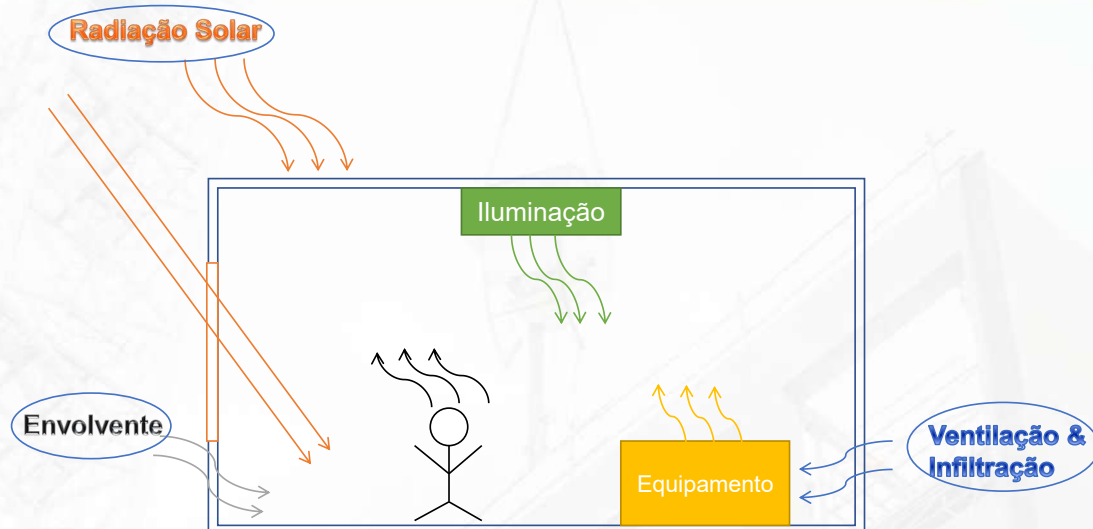
- Complexo
- Subjectivo

Definição de Conforto Térmico da EN ISO 7730:2005/par.7:

Conforto térmico é o estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico que envolve uma pessoa.

Parâmetro subjetivo

Parâmetro objetivo (termodinâmica)
i.e controlar a temperatura e humidade em
função das cargas térmicas



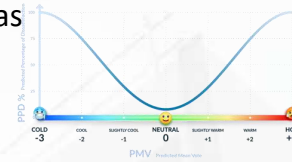
Equilíbrio energético aplica-se, i.e.

$$Q_{\text{solar}} + Q_{\text{envolvente}} + Q_{\text{ocupantes}} + Q_{\text{iluminação}} + Q_{\text{equipamentos}} + Q_{\text{ventilação}} = 0$$

Método analítico



Condições estacionárias
Espaços climatizados
(e.g. PMV)



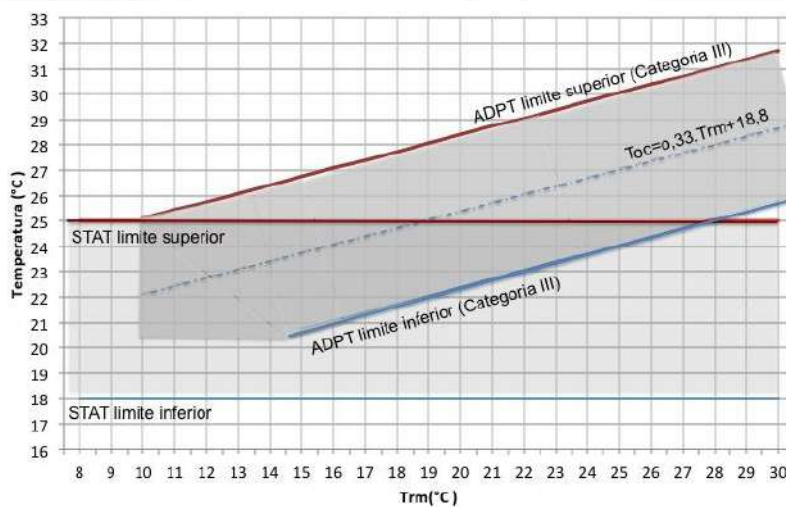
Método adaptativo



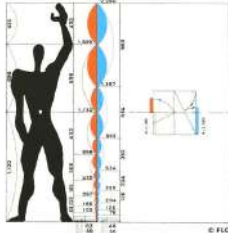
Condições dinâmicas
Espaços não climatizados

Modelo de conforto térmico adaptativo

“Se ocorre uma mudança no ambiente térmico tal que provoque desconforto, o indivíduo reage de forma que tende a restaurar o seu conforto” (Humphreys, 1997).



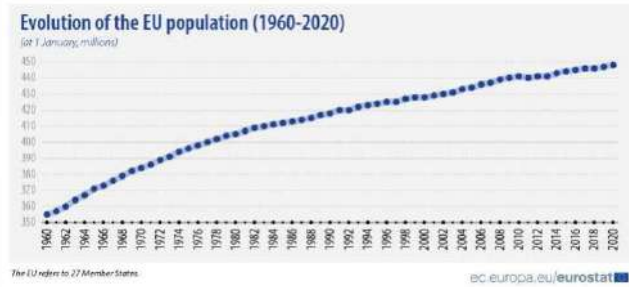
Globalização e normalização



Modulor (Le Corbusier, 1954)



Unite d habitacion (<https://sitelecorbusier.com/en/unite-dhabitation/>)



Nem sempre foi assim!



Vale do Draa, Marrocos
(Foto: Pierre Moureau)



Pátio em Sevilha, Espanha Foto: Rafael Diaz

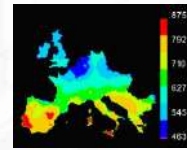
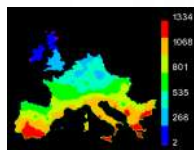
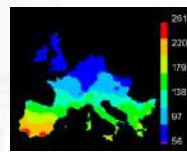
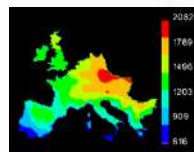


<https://www.propertychronicle.com/architecture-without-architects/>

Necessidade de compatibilização.

Os consumos energéticos para aquecimento e arrefecimento de um edifício dependem do clima e das características térmicas da envolvente do edifício

Os parâmetros climáticos com maior influência no consumo energético do edifício são a temperatura exterior e a radiação solar.

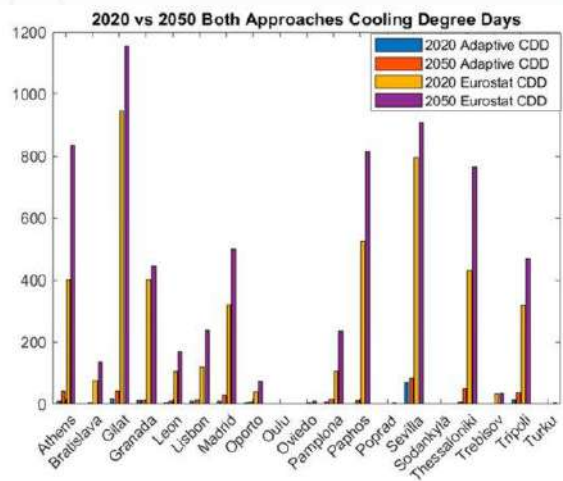
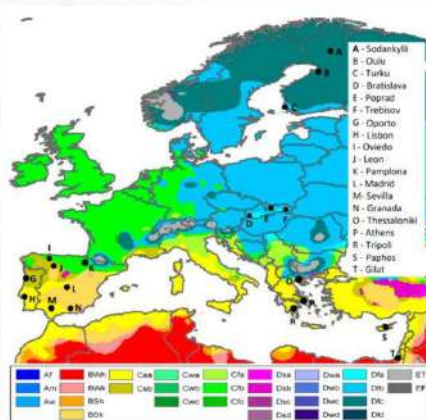


Grau-Dias de Inverno e Verão

Radiação sobre uma superfície horizontal no Inverno (kW/m²)

Fonte: Passive Home Training Module for Architects and Planners – Passive-On project

Alterações climáticas.



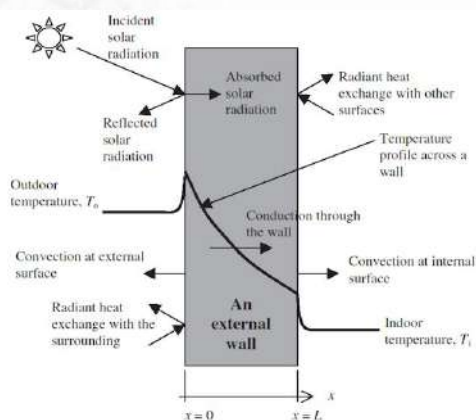
Castaño-rosa, R., Barrella, R., Sánchez-guevara, C., Barbosa, R., Kyprianou, I., Paschalidou, E., ... Kádár, J. (2021). Cooling Degree Models and Future Energy Demand in the Residential Sector . A Seven-Country Case Study. *Sustainability*, 13(5), 1–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13052987>

What is the correct formulation of a climate change strategy?



Fonte: adaptado de Emanuel Naboni, 2023

Isolamento



A resistência térmica, medida em $(m^2.K)/W$, é definida como a diferença de temperatura, em estado estacionário, entre duas superfícies de um material/elemento construtivo que origina um fluxo de calor.

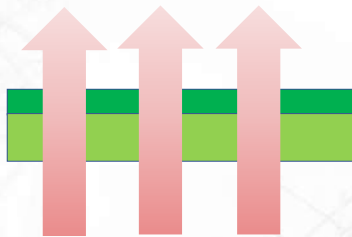
$$\text{Resistência térmica } ((m^2.K)/W) = \frac{\text{Espessura (m)}}{\text{Condutibilidade térmica (W/(m.K))}}$$

A resistência térmica é proporcional à espessura da camada do material e inversamente proporcional à sua condutibilidade térmica.

Coeficiente de transmissão térmica (W/(m².K))

- O U é o inverso do somatório da resistência térmica de todos os materiais que compõem o elemento construtivo
- Quanto mais baixo o U, melhor

Menos isolamento → U elevado
= **perdas térmicas elevadas**

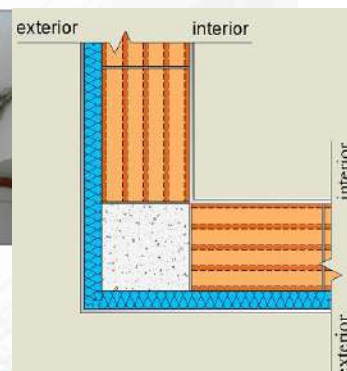
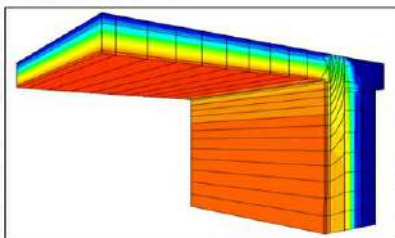


Mais isolamento → U baixo
= **perdas térmicas baixas**



Pontes Térmicas

Uma ponte térmica ocorre quando um material com maior condutibilidade (ou fracamente isolado) permite que o fluxo de calor percorra um caminho mais fácil através do elemento construtivo, de outra forma isolado. Estas situações podem ocorrer frequentemente na ligação entre elementos.



- As pontes térmicas nas ligações podem ser responsáveis por até **30%** das perdas de calor dos edifícios

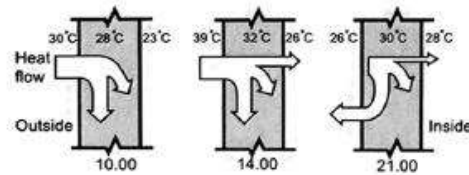
Inércia

Inércia térmica [densidade, calor específico e capacidade térmica de um material]



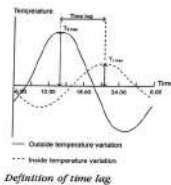
Construção em terra
betaoetaipa.pt
Alentejo, Portugal

'capacity of a material to store heat and to delay its transmission' – Ferrary 2020



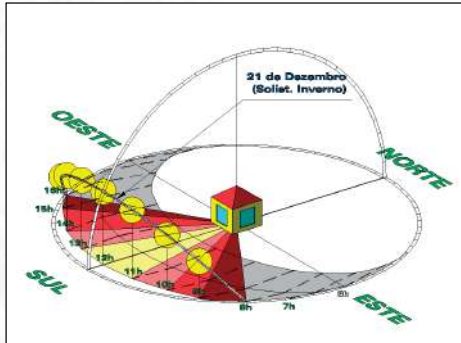
Inércia

Construction type	Time lag (h)
Dense concrete:	
100 mm	2.5
250 mm	7.0
Brick:	
100 mm	3
200 mm	6
Wood:	
25 mm	0.5
100 mm	3.0
Stone:	
200 mm	5.5
400 mm	10.5
600 mm	15.5
Stabilised soil:	
100 mm	2.5
200 mm	5.5
Unstabilised adobe, 400 mm	12
Stabilised adobe, 250 mm	9
Rammed or compressed earth, 250 mm	10
Cavity double brick walls	6



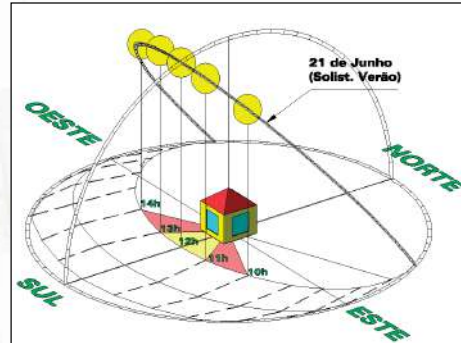
Material	Density (kg/m ³)	Thermal storage capacity (W h/kg °C)
Soil	1800	0.25
Timber:		
lightweight	400-500	0.55-0.65
heavyweight	600-800	0.55-0.65
Plywood	600	0.75
Grass fibre board	200-300	0.38
Compressed earth block	1700-1800	0.25
Clay (adobe)	1000-2000	0.25-0.30
River sand	1700-2000	0.22
Air (still air)	1.2	0.28
Water 10°C	1000	1.16
Concrete:		
light	1000-1700	0.5-0.9
dense	2400	1.1
Mineral wool and glass wool	20-120	0.17-0.19
Steel	7850	0.15
Aluminium	2700	0.96

A importância da exposição solar



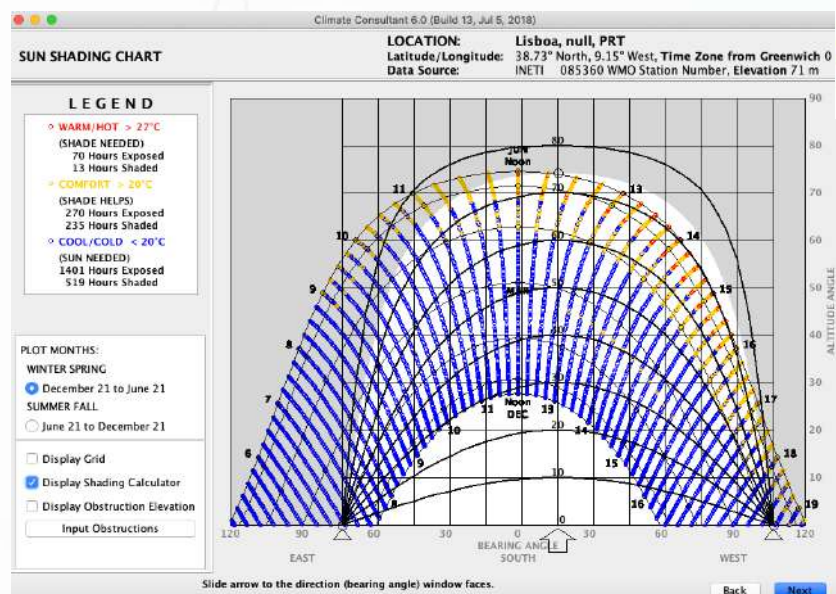
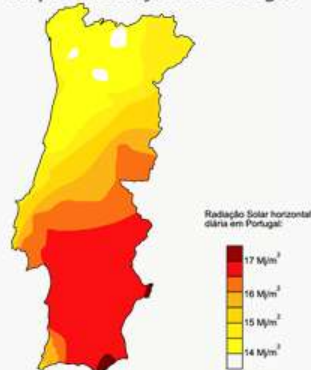
No Inverno é necessário aquecer os edifícios. Sendo o percurso do Sol, durante o período da manhã e princípio da tarde, perto da perpendicular aos envidraçados verticais de uma fachada **orientada a Sul**, possibilita uma maior entrada de radiação para o edifício.

Princípios Bioclimáticos (Prof. Hélder Gonçalves, 2004)

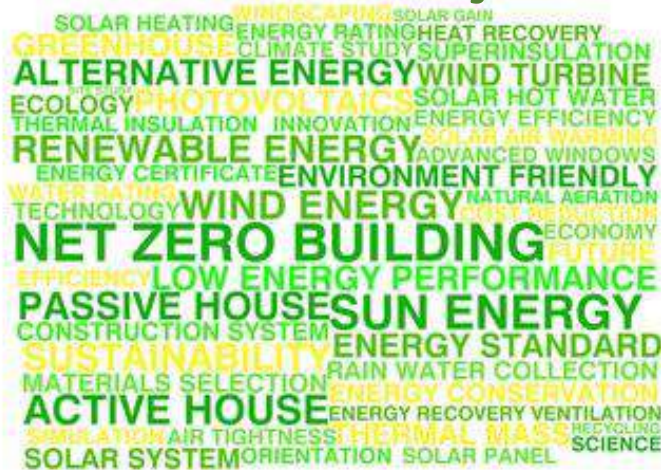


No Verão torna-se necessário minimizar os ganhos solares de radiação. Sendo o percurso do Sol mais próximo do zénite, a sua incidência, em **envidraçados verticais orientados a Sul**, faz-se com grandes ângulos, o que reduz os ganhos solares. A existência de uma pala de reduzidas dimensões pode atenuar totalmente a incidência de radiação direta

Mapa de radiação em Portugal

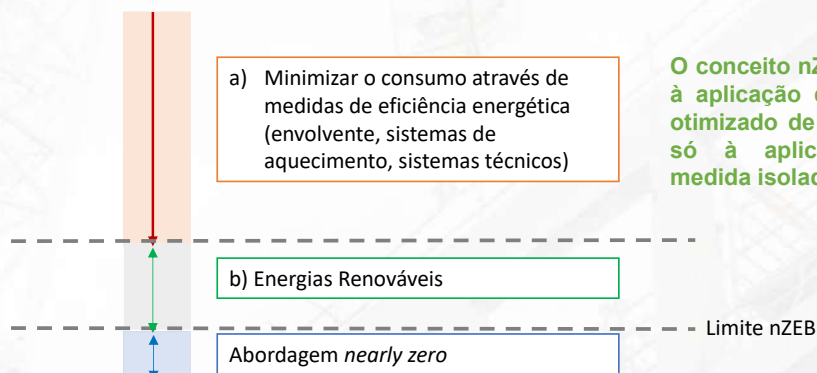


Como avançar?

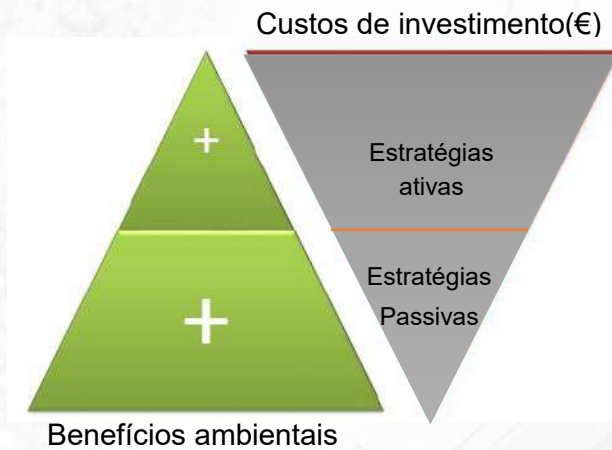


Segundo a Diretiva 2010/31/U (EPBD-recast) um nZEB (*nearly-zero energy building*) é:

- Edifício de balanço energético quase nulo: “é um edifício com um **desempenho energético muito elevado**”, tal como exposto no Anexo I (da EPBD-recast).
- A quantidade de energia requerida deve ser “quase zero” ou muito baixa e deve ser obtida **em grande parte** a partir da utilização de fontes de **energia renováveis**, incluindo energia obtida a partir de fontes renováveis produzida no local ou nas suas proximidades.



O conceito nZEB é associado à aplicação de um conjunto otimizado de soluções e não só à aplicação de uma medida isolada



As estratégias passivas devem sempre vir em primeiro lugar porque:

- São mais baratas;
- Utilizam menos recursos para serem construídas e mantidas.

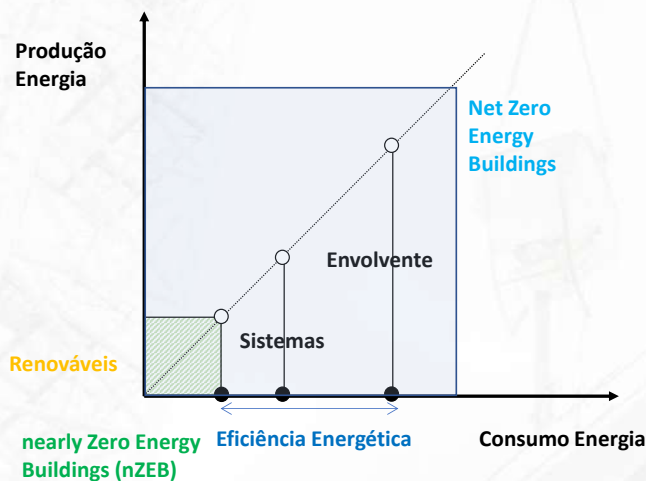
Contudo, as estratégias passivas podem não ser suficientes para reduzir o consumo energético ao nível nZEB



Nestes casos, as estratégias ativas devem ser consideradas e conjugadas com as passivas de forma a atingir os melhores resultados.

48

nZEB e NZEB



Laura Aelenei LNEG

- É necessário distinguir entre edifícios de energia zero- Net Zero Energy Buildings (NZEB) e nZEB
- Sempre que a produção de energia igualar o consumo energético, o edifício pode ser considerado como sendo de energia zero
- E isto pode ocorrer tanto a níveis altos como níveis baixos de consumo energético.

No entanto, para um edifício ser considerado nZEB, o balanço energético deve ocorrer numa área de baixo consumo energético

49

Edifícios com necessidades quase nulas de energia (nZEB) em Portugal

6. Edifícios de habitação de necessidades quase nulas de energia

6.1. Necessidades energéticas

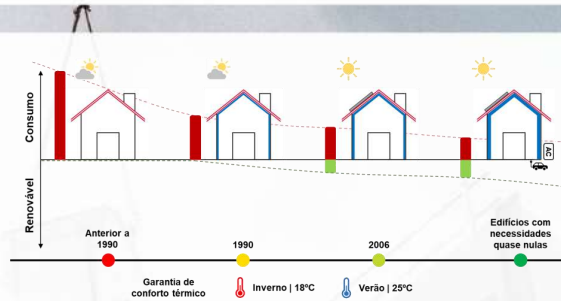
1 — O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N_{hc}) para edifícios de necessidades quase nulas de energia deve ser inferior ou igual a 75 % do seu valor máximo (N_h).

2 — O valor das necessidades energéticas nominais de energia primária ($N_{p,c}$) para edifícios de necessidades quase nulas de energia deve ser inferior ou igual a 50 % do seu valor máximo (N_p).

3 — Para a zona climática II, caso a relação N_{hc}/N_h seja inferior ou igual a 0,6 e o fator solar máximo ($g_{T,max}$) dos vãos envidraçados a que se refere o n.º 2.3 do presente anexo seja inferior ou igual a 0,15, considera-se que o edifício tem apenas necessidades de aquecimento efetivas pontuais, pelo que o valor de $N_{p,c}$ no cálculo das necessidades nominais anuais de energia primária é nulo.

6.2. Aproveitamento de fontes de energia renovável

Os sistemas para aproveitamento de fontes de energia renovável dos edifícios de necessidades energéticas quase nulas devem suprir pelo menos 50 % das necessidades anuais de energia primária.



edifícios novos

Tipo de requisito	Zona climática		
	I1	I2	I3
Conforto térmico			
Necessidades de aquecimento	$N_{hc}/N_h \leq 0,75$	$N_{hc}/N_h \leq 0,85$	$N_{hc}/N_h \leq 0,90$
Necessidades de arrefecimento	$N_{vc}/N_v \leq 1,00$		
Desempenho energético			
Classe energética	Igual ou superior a A		
Energia primária total (NZEB20)	$R_{HT} \leq 0,40$		
Energia primária renovável	$Ren_{Hab} \geq 0,50$		

Despacho n 6476-E/2021

Edifícios com necessidades quase nulas de energia (nZEB) em Portugal

6. Edifícios de habitação de necessidades quase nulas de energia

6.1. Necessidades energéticas

1 — O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N_{hc}) para edifícios de necessidades quase nulas de energia deve ser inferior ou igual a 75 % do seu valor máximo (N_h).

2 — O valor das necessidades energéticas nominais de energia primária ($N_{p,c}$) para edifícios de necessidades quase nulas de energia deve ser inferior ou igual a 50 % do seu valor máximo (N_p).

3 — Para a zona climática II, caso a relação N_{hc}/N_h seja inferior ou igual a 0,6 e o fator solar máximo ($g_{T,max}$) dos vãos envidraçados a que se refere o n.º 2.3 do presente anexo seja inferior ou igual a 0,15, considera-se que o edifício tem apenas necessidades de aquecimento efetivas pontuais, pelo que o valor de $N_{p,c}$ no cálculo das necessidades nominais anuais de energia primária é nulo.

6.2. Aproveitamento de fontes de energia renovável

Os sistemas para aproveitamento de fontes de energia renovável dos edifícios de necessidades energéticas quase nulas devem suprir pelo menos 50 % das necessidades anuais de energia primária.

edifícios sujeitos a grande renovação

Tipo de requisito	Ano de construção (A)		
	A < 1960	1960 ≤ A ≤ 1990	1990 < A
Conforto térmico			
Necessidades de aquecimento	Não aplicável	$N_{hc}/N_h \leq 1,25$	$N_{hc}/N_h \leq 1,15$
Necessidades de arrefecimento	Não aplicável	$N_{vc}/N_v \leq 1,25$	$N_{vc}/N_v \leq 1,15$
Desempenho energético			
Classe energética	Igual ou superior a C		
Energia primária total	$R_{HT} \leq 1,50$		
Energia primária renovável	$Ren_{Hab} \geq 0,50$ (*)		

(*) Apenas aplicável quando renovados, cumulativamente, a rede de distribuição e o sistema produtor de Águas Quentes Sanitárias (AQS).

Despacho n 6476-E/2021

Zero-emission buildings (Articles 7, 11, Annex III)

- **All new buildings to be zero-emission buildings (ZEBs):**
 - From 2028 public buildings owned by public bodies
 - From 2030 all new buildings
- **ZEB will require:**
 - **Zero on-site emissions from fossil fuels**
 - **A very low amount of energy with a view to cost-optimal level but at least (NZEB -10%)**
 - Supplied by:
 - **renewables from onsite, nearby, renewable energy communities**
 - **energy efficient DH&C**
 - **energy from carbon-free sources**
 - Life cycle GWP calculation (from 2028 for new bdgs >1000m2 useful floor area, from 2030 for all new buildings) and disclosure through EPC
 - Indoor Environmental Quality requirements (monitoring and control)



3

Medidas passivas e ativas

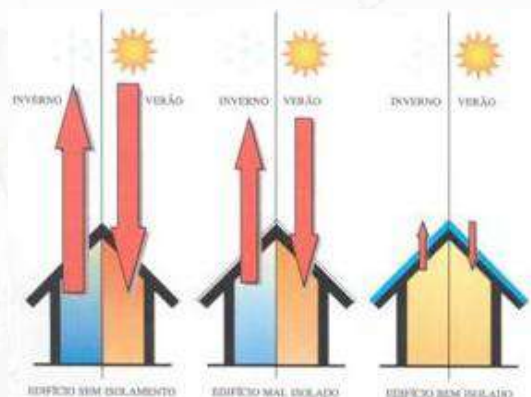
MEDIDAS PASSIVAS – parte integrante do edifício como unidade formal, são normalmente dispositivos integrados (envolvente) com o objectivo de contribuir para o seu aquecimento ou arrefecimento natural.

MEDIDAS ACTIVAS – medidas não constituintes da envolvente do edifício, funcionando como partes “adicionadas” ou integradas, normalmente com o objetivo de fornecer energia ou promover poupança da mesma.



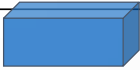
Medidas passivas

- Envolvente dos Edifícios
- Perdas e Ganhos Térmicos

Área de trocas com o exterior e opções construtivas



A envolvente e o fator forma

Área de Pavimento	100 m ²	200 m ²	1000 m ²
Volume Bruto	300 m ³	600 m ³	3000 m ³
	0.72	0.57	0.33
	0.89	0.71	0.41
	1.14	0.91	0.53

A envolvente

- Atua como uma **barreira às perdas e ganhos de calor** nas coberturas, pavimentos, paredes e envidraçados;
- Em muitos casos, é a forma mais prática e economicamente viável de melhorar a eficiência energética do edifício;
- **Melhoria da eficiência energética nas estações de aquecimento e arrefecimento.**

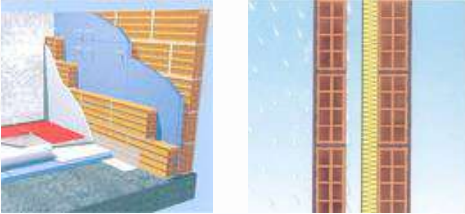
O isolamento pode reduzir significativamente as perdas de calor através de coberturas, paredes e pavimentos.



http://www.aipex.es/eficiencia_po.php?s=2

A envolvente (isolamento)

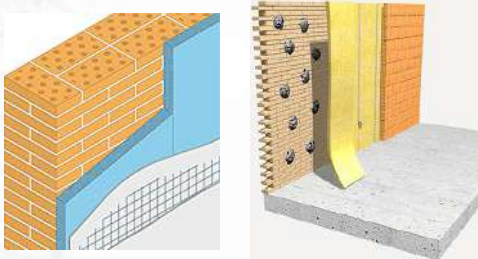
Isolamento em Caixa de ar



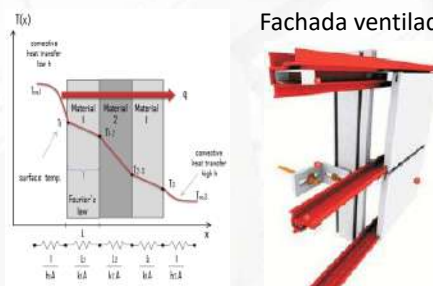
Sistema ETICS



Isolamento pelo Interior



Fachada ventilada



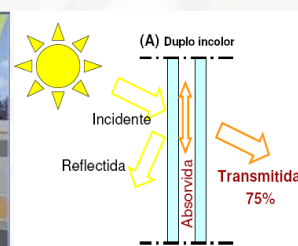
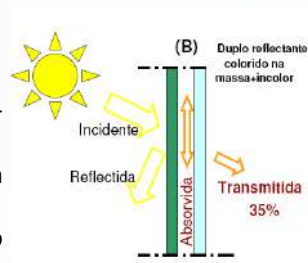
Exemplos de boas práticas / más práticas



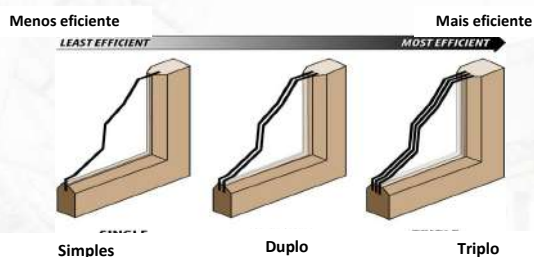
- Fracamente isolado
- Muitas pontes térmicas
- Elevada permeabilidade ao ar
- Vidros simples correntes
- Bem isolado ($U \text{ parede} \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Pontes térmicas reduzidas
- Muito estanque ($1 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$)
- Vidro duplo ou triplo ($U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)

A envolvente envidraçada

- Reduzir ganhos excessivos no Verão: sombreamento eficaz
 Beirados + palas + estores exteriores + elementos balanceados + elementos vegetais
- Promover conjunto caixilharia+vidro+persiana com mais resistência térmica adequada
- Promover ganhos no **Inverno**: promover a entrada de energia para o interior



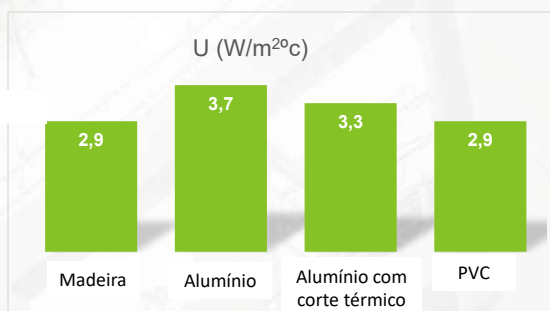
A envolvente envidraçada



Fonte: Winder Glass

Caixilharias

- Alumínio com ou sem corte térmico
- PVC
- Madeira



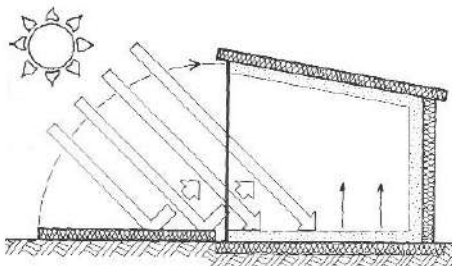
Vidro duplo, espessura da caixa de ar - 6 mm

Medidas passivas de Aquecimento (estação fria)

- Ganho directo
- Ganho Indirecto
- Ganho isolado

•Fazendo parte integrante da estrutura construtiva do edifício, desempenham o papel de colectores solares e acumuladores de energia solar neles incidentes e ainda de agente de distribuição por processos naturais de transferência

Ganhos directos



Representação esquemática do sistema de ganhos directos
(fonte "Energia Solar Passiva - 1", 1985)

Os **envidraçados** são um elemento fundamental para o aquecimento do espaço

Inverno/ Verão **dimensionamento**

Verão **sombreamento**

Possibilita incidência da radiação no espaço;

Elementos construtivos armazenadores (em Portugal os sistemas construtivos têm massa suficiente)

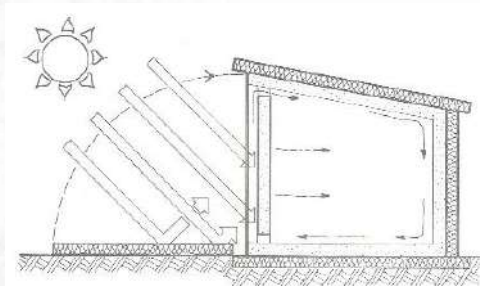
Controle de perdas no período nocturno através de isolamento/oclusão através de portadas e persianas

Ganhos directos



Vieider House
Egger-Aichner-Seidl
Valdaora de Sopra, Bolzano, Italia
Foto: Rossano Albatini

Ganhos indirectos



Representação esquemática do sistema de ganhos indirectos
(fonte "Energia Solar Passiva - 1", 1985)

A **parede de armazenamento** pode ser constituída, em complemento ou substituição, por outro tipo de material que permita a acumulação térmica

Propriedades que potenciem a absorção solar

Parede colectora com ventilação (parede de "Trombe-Michel")

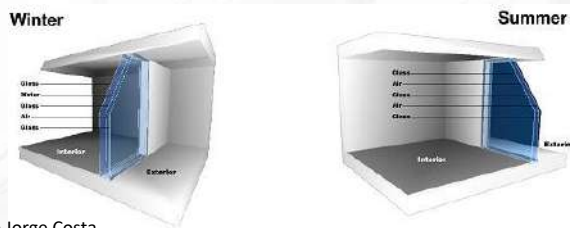
Parede armazena energia solar nela incidente e posteriormente transfere para o espaço;

Esta transferência é mais ou menos rápida de acordo com circulação de ar adotada.

Parede colectora com ventilação (parede de “Trombe-Michel”)



Fonte:CMade



Parede de armazenamento com água – Arquitecto Jorge Costa

Ganhos indiretos



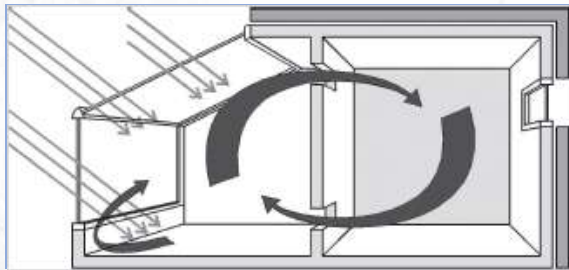
Jacques Michel's first Trombe Wall house in Odeillo. Image © Wikimedia Commons user OfHouses

Ganhos indiretos



Nature and Environment Learning Centre / Bureau SLA. Foto: Filip Dujardin Amsterdam

Ganhos isolados



Representação esquemática do sistema de ganhos isolado (fonte "Energia Solar Passiva - 1", 1985)

A captação e armazenamento dão-se num compartimento distinto, como uma estufa.



Combinação de ganho directo com indirecto

Transmissão para o espaço por parede armazenadora que separa espaços
+
Convecção (orifícios que promovem circulação de ar)

Ganhos isolados



Ganhos isolados

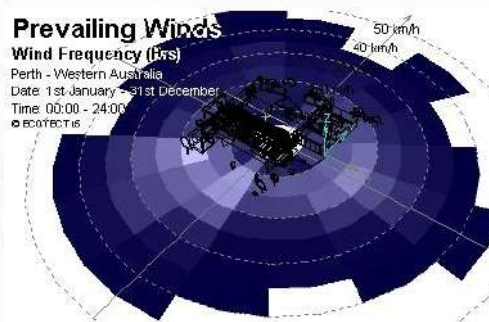


Taos, New Mexico, United States
Foto: Zane Selvans. Licensed under Creative Commons

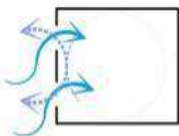
Arrefecimento (estação quente)

- Ventilação Natural
- Arrefecimento pelo solo
- Arrefecimento Evaporativo

•Estes sistemas visam utilizar as fontes frias existentes para diminuir a temperatura no interior dos edifícios. É importante a prevenção de ganhos solares, nomeadamente através de soluções arquitectónicas



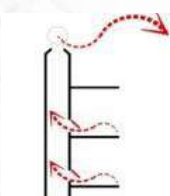
Ventilação natural - tipos



Simples ou unilateral — No caso de edifícios com aberturas numa única parede, onde a ventilação é deficiente, melhorando quando se trata de mais do que uma abertura.



Transversal - No caso de edifícios com aberturas em fachadas opostas, tornando-se a ventilação muito mais eficiente, desde que os vãos estejam colocados de forma a não potenciar correntes de ar.



Por efeito chaminé (Chaminé solar) — Permitindo extrair o ar quente dos espaços através de aberturas (grelhas ou portas) que permitem o encaminhamento do ar para o exterior. Este sistema deve ser controlado pelo seu fecho de Inverno não permitindo perdas térmicas nesta estação.



Ventilação por efeito chaminé
César Dorfman Arquitetura e Urbanismo e Paulo Zimbres Arquitetos
Biblioteca - Brasil

Ventilação natural -medidas

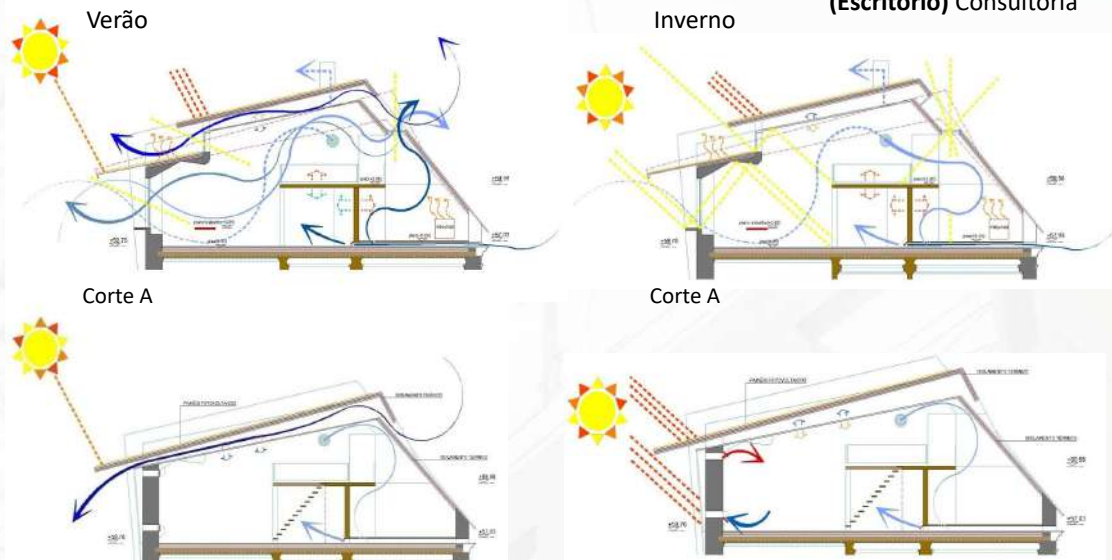


Sistema de ventilação nocturna é o processo pelo qual é permitido ao edifício arrefecer no período nocturno, tirando partido das grandes amplitudes térmicas no Verão, características do nosso clima. Assim, pode-se filtrar os odores e dióxido de carbono, regularizar o oxigénio, remover humidades. Desta forma, se o edifício “respirar” mal, a ventilação compensa.



Entre laje exterior e laje de cobertura — Potenciando uma corrente de ar contínua por cima da laje exterior (tecto), permitindo acelerar o arrefecimento da superfície em contacto com o interior, o que faz com que a temperatura média radiante no interior diminua. Este sistema deve ser controlado pelo fecho de Inverno.

**Exemplo de aplicação numa remodelação de cobertura na Rua da Emenda em Lisboa
(Escritório) Consultoria**



Ventilação natural -medidas



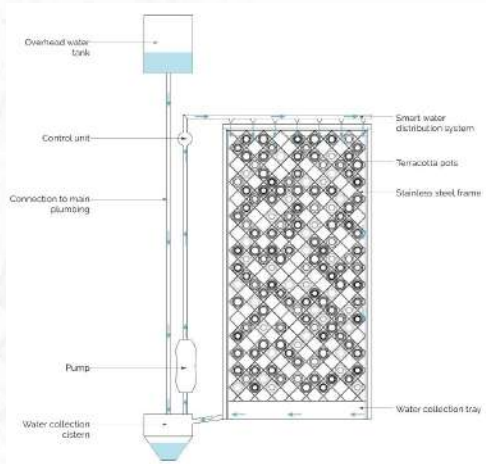
Sistema de arrefecimento evaporativo

Baseia-se na diminuição da temperatura associada à mudança de fase da água no estado líquido ao estado de vapor. O ar exterior é arrefecido por evaporação da água, antes de entrar no edifício.

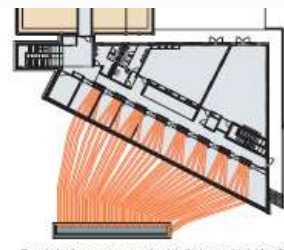
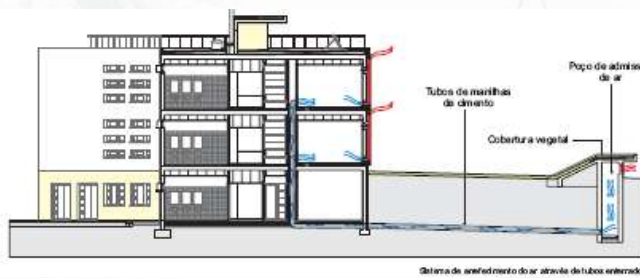


Arrefecimento pelo solo

O edifício é arrefecido por contacto com o solo e o ar exterior é arrefecido e introduzido no edifício.



Fonte: <https://www.coolant.co/solution/beehive>



Edifício Solar XXI - INETI
 Pedro Cabrito e Isabel Diniz, Arquitectos

Estação	Estratégias Bioclimáticas	Sistemas Passivos	
Inverno – Estação de Aquecimento	Promover Ganhos Solares	Todos os sistemas de ganho são adequados para os tipos de edifícios mais convenientes	
	Restringir Perdas por Condução	Isolar Envolvente	
	Promover Inércia Forte	Paredes pesadas com isolamento pelo exterior	

Princípios Bioclimáticos (Prof. Hélder Gonçalves, 2004)

Combinação de estratégias e fachadas adaptativas



Fonte: UNStudio

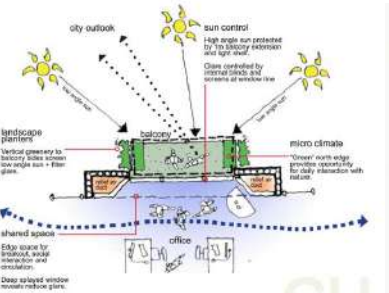
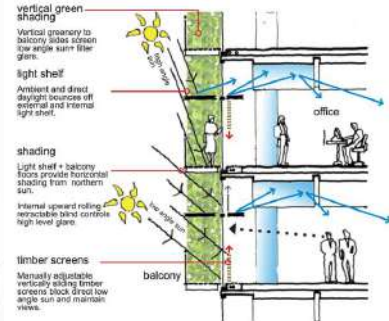


Fonte: Brooks + Scarpa

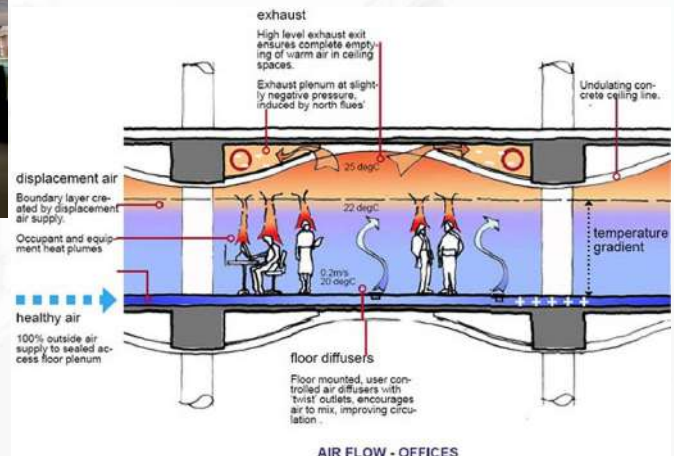
Exemplos: Council House 2 (CH2), Melbourne, Austrália (2006)



Arquitetura: Mick Pearce



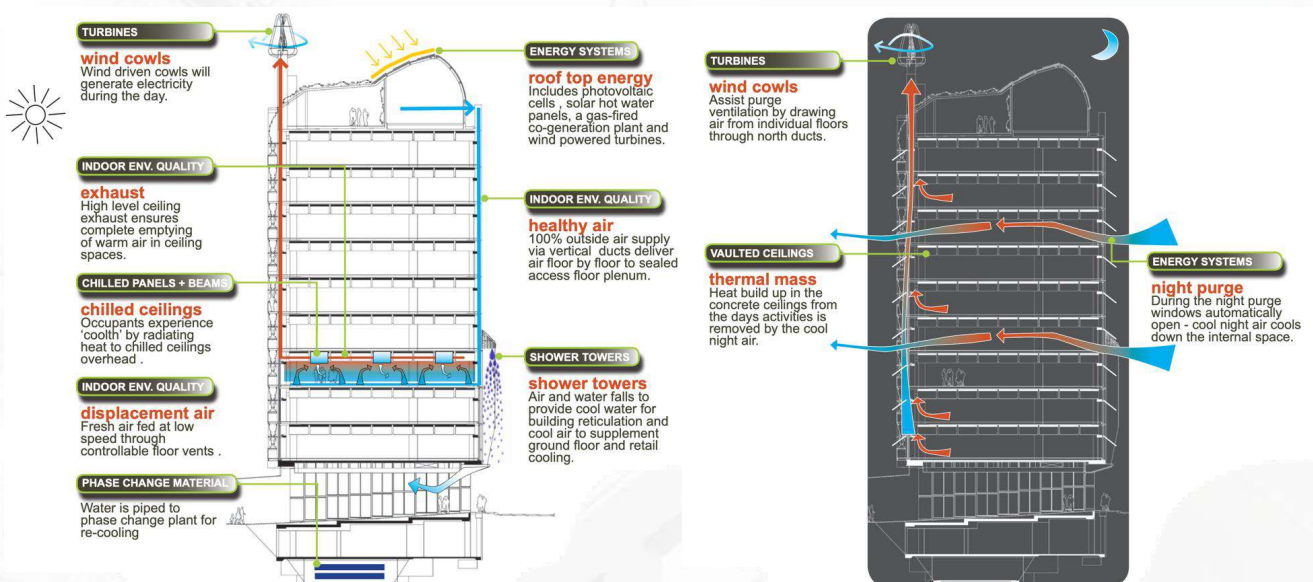
Exemplos: Council House 2 (CH2), Melbourne, Austrália (2006)



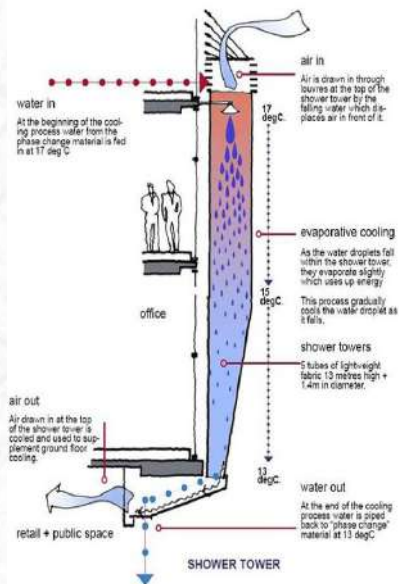
Exemplos: Council House 2 (CH2), Melbourne, Austrália (2006)



Exemplos: Council House 2 (CH2), Melbourne, Austrália (2006)



Exemplos: Council House 2 (CH2), Melbourne, Austrália (2006)



Medidas ativas – Os Equipamentos

Figura 14 - Distribuição do consumo (top) e despesa (€) no alojamento por fonte de energia - Portugal, 2020

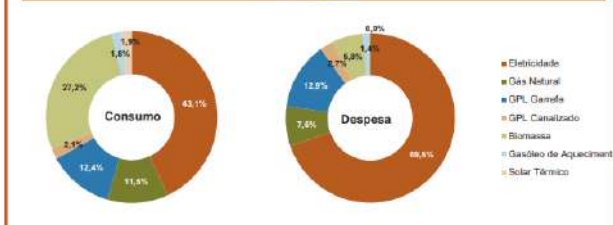


Figura 19 - Distribuição do consumo de energia no alojamento por tipo de utilização - Portugal, 2020



Medidas ativas – Os Equipamentos

Figura 39 - Alojamentos por tipo de equipamento utilizado para aquecimento de águas e número médio de equipamentos por alojamento - Portugal, 2020



Fonte: NEOGEGIADNE - Inquérito ao Consumo de Energia no C

Figura 35 - Alojamentos por tipo de equipamento utilizado para aquecimento do ambiente e número médio de equipamentos por alojamento - Portugal, 2020

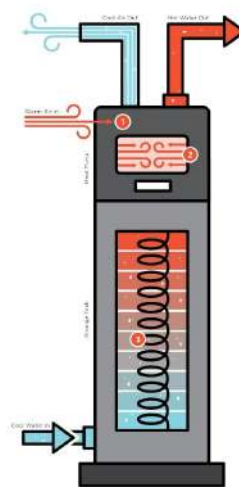


Fonte: NEOGEGIADNE - Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico (2020)

Medidas ativas – Os Equipamentos



Daikin



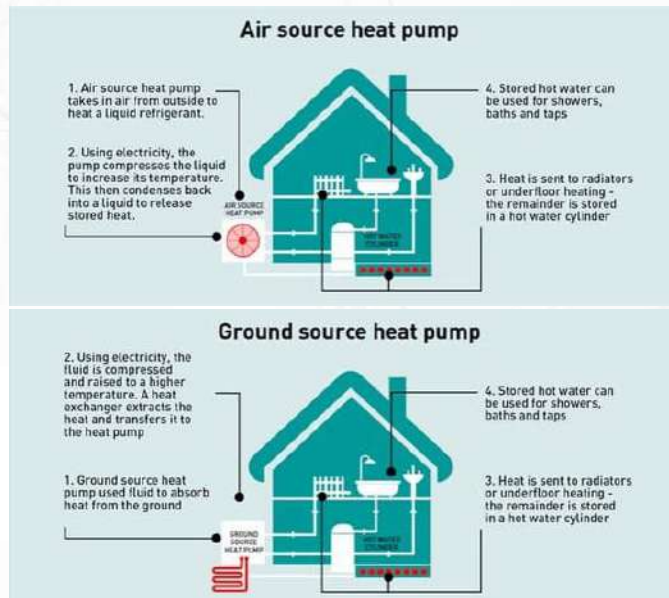
HOW DO HEAT PUMPS WORK?

By transferring heat rather than creating it, heat pumps deliver hot water **3-4 times more efficiently** than conventional water heaters.

- Heat pump pulls warmth from the air.
- Warm air is compressed, increasing its temperature.
- Condenser coils transfer heat to the water.



Medidas ativas – Os Equipamentos



Medidas ativas – Os Equipamentos

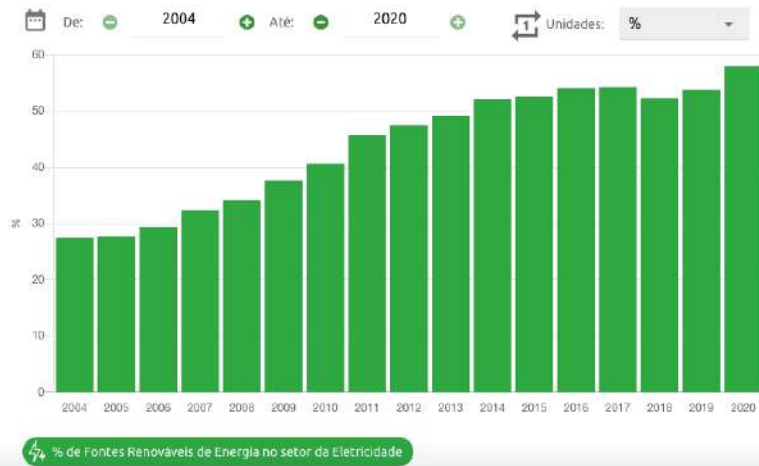
Equipamento	Eficiência Média
Bomba de Calor	até 500 %
Ar Condicionado	300 % - 450 %
Caldeira a Gás (condensação)	92 % - 98 %
Recuperador de Calor	70 % - 90 %
Radiadores Eléctricos	100 %
Aquecedores a Gás	80 % - 90 %

Nota: Eficiências acima de 100 % referem-se ao SCOP/COP (Coeficiente de Performance).

Medidas ativas – Renováveis

Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

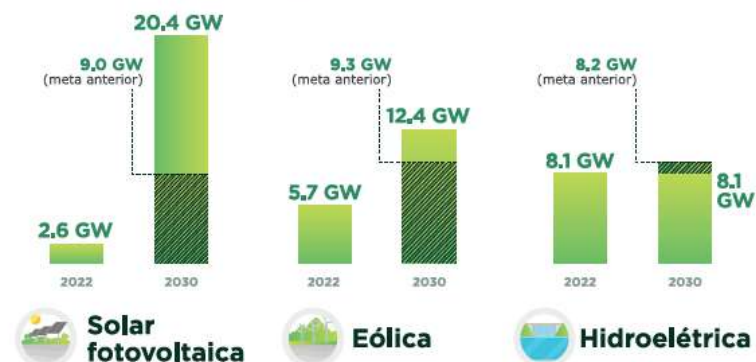
INDICADORES ENERGÉTICOS RENOVÁVEIS 2004 - 2020



92

Medidas ativas – Renováveis

Principais metas | PNEC 2030



Solar fotovoltaica

Instalação de **14,9 GW** de potência fotovoltaica centralizada e **5,5 GW** de potência descentralizada, perfazendo um total de **20,4 GW**

Eólica

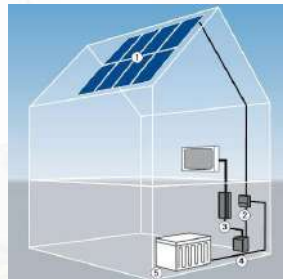
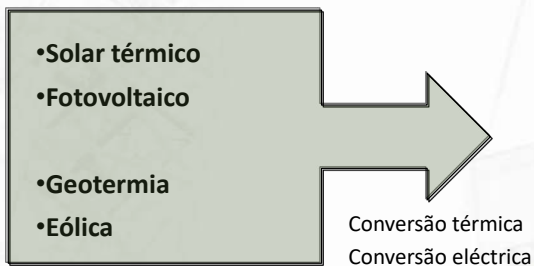
Instalação de **10,4 GW** de eólica onshore e **2,0 GW** de eólica offshore, perfazendo um total de **12,4 GW**

Hidroelétrica

Manter a instalação de **8,1 GW** de potência hidroelétrica, aumentando a bombagem em **0,3 GW**

Fonte: PNEC 2030

92



- Aquisição de Equipamentos Eficientes, de acordo com as fontes energéticas disponíveis e correcta instalação dos mesmos
- Correcta utilização dos equipamentos existentes (incluindo posicionamento eficaz)
- Manutenção das correctas condições de funcionamento dos equipamentos
- Sistemas de gestão e monitorização de energia
- Utilização de energias renováveis sempre técnica e economicamente viáveis.

94

Solar térmico

No caso de energia solar térmica, a energia solar é captada através do recurso a colectores solares, e é utilizada actualmente, na maioria dos casos para aquecimento de águas sanitárias.



Circulação em termosifão



Circulação forçada

95

Solar térmico

•**Produção de água quente sanitária (AQS).** Estas instalações dimensionam-se, normalmente, para as necessidades energéticas anuais, evitando assim excedentes energéticos nos meses de verão;

•**Aquecimento de piscinas.** Dependendo do tipo e finalidade da piscina, os valores da temperatura de utilização variam entre 25-35°C, sendo possível a aplicação a piscinas de utilização anual ou sazonal (verão);

•**Aquecimento ambiente.**

•**Arrefecimento ambiente.** É possível produzir frio combinando energia solar com máquinas de absorção ou sistemas híbridos (solar-gás), que operam a temperaturas na ordem dos 80 °C (máquinas de Brometo de Lítio), ou 120 °C (máquinas de Amónia/H₂O), o que, combinado com o aquecimento ambiente no Inverno, tornam estas aplicações muito interessantes, quer do ponto de vista ambiental com a redução de consumo de energia primária, quer do ponto de vista económico, com a rentabilização total do sistema;



Solar térmico



Sistema de termosifão



Sistema solar térmico integrado na “pele do edifício” à semelhança de uma janela tipo “Velux”

Exemplo de direcionamento para potenciar exposição solar



Solar térmico



Centro Comando Operacional Brisa
João Luis Carrilho da Graça com Barbini&Silva

Fotovoltaico

•No caso da **energia solar fotovoltaica**, a conversão de energia solar em electricidade ocorre em células fotovoltaicas, usualmente constituídas por silício, e outros materiais semi-condutores.

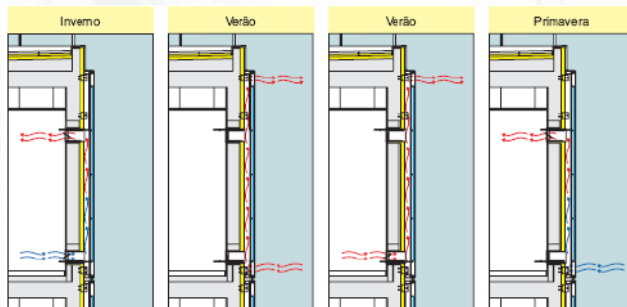
•Para a geração de electricidade, os sistemas fotovoltaicos precisam de **luz, não de sol**, embora a sua presença represente claramente uma maior produção de energia, pois a luz directa do sol é mais intensa. Em Portugal, a electricidade produzida pode ser consumida na habitação e/ou vendida à rede pública de distribuição de energia, o que se reflecte na criação de três cenários possíveis de utilização de energia:

- consumo da electricidade produzida, com armazenamento ou não a electricidade excedente;
- consumo da electricidade produzida e venda do excedente à rede eléctrica;
- venda de toda a electricidade que produz à rede eléctrica, consumindo toda a electricidade que necessita da rede de distribuição.





Edifício Solar XXI - INETI
Pedro Cabrito e Isabel Diniz, Arquitectos



A integração destes painéis foi feita, de acordo com o esquema da figura, de modo a permitir o aproveitamento térmico do calor produzido no período de Inverno. Este calor aquece a faixa de ar existente entre os painéis fotovoltaicos e a parede exterior do edifício.



Edifício Solar XXI - INETI
Pedro Cabrito e Isabel Diniz, Arquitectos

Eólico

- É possível criar energia eléctrica através da utilização de um aerogerador.
- Os aerogeradores mais comuns são os que têm que ser colocados no terreno, no entanto, causam perda de espaço utilizável. Para que não seja necessário abdicar de terreno na implementação de um aerogerador, têm vindo a ser desenvolvidos modelos que podem ser colocados no topo das habitações.
- A velocidade do vento é muito importante para determinar a energia que pode produzir com o aerogerador. No entanto, tem havido um desenvolvimento nestes equipamentos para que consigam aproveitar velocidades baixas do vento para produzir electricidade, aumentando assim a sua capacidade de produção.

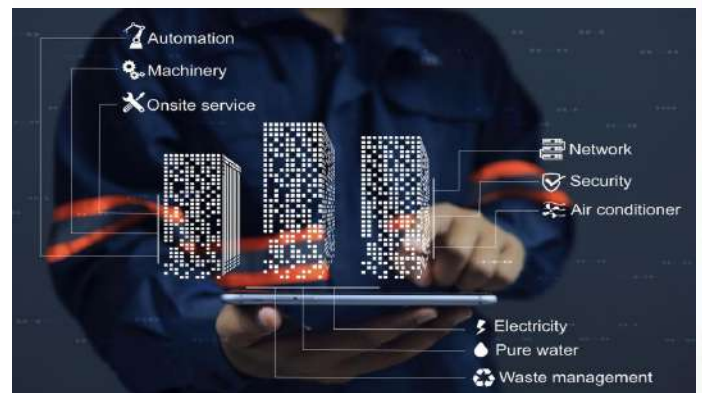


Bahrain World
Trade Center
Shaun Killa

Gestão e Automação



Fonte: Biblus



Fonte: Johnson Control

4

A transformação necessária

A transformação para a transição

Soft measures

Educação e capacitação

Políticas e instrumentos

Financiamento

Hard measures

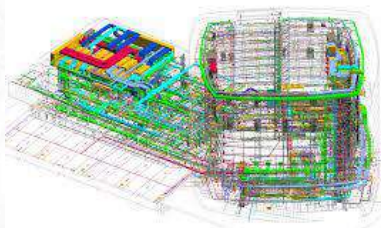
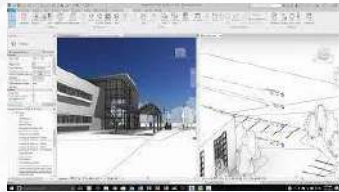
Digitalização

Pre-fabricação e modularidade

Alteração de escala de intervenção

Hard measures

Digitalização



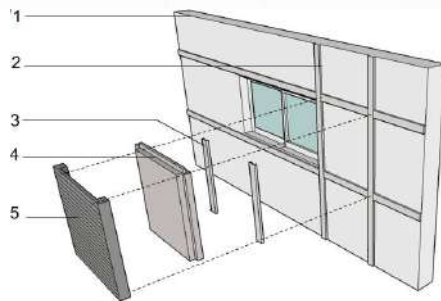
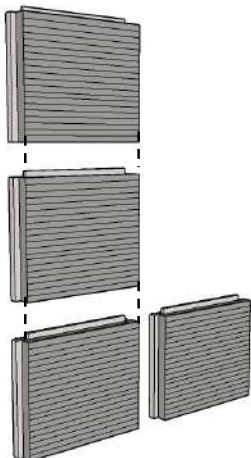
BIM



Digital Twins
Fonte: Siemens.com

Hard measures

Pré-fabricação e modularidade



ZeroSkin+



Hard measures

Pré-fabricação e modularidade



Janela com sistema de recuperação de calor
Fonte: Schuco



Fachada integrada com sistemas de ventilação e condutas técnicas
Fonte: More-Connect



Painéis de fachada
Fonte: Kommerling.pt

Alteração de escala

Comunidades de energia

Decreto Lei 162/2019 – DL 15/2022

- aprova o regime jurídico aplicável ao autoconsumo de energia renovável e resulta da transposição parcial da Diretiva UE 2018/2001.
- define também o que são comunidades de energia renovável, das quais podem fazer parte pessoas singulares ou coletivas, públicas ou privadas, o que inclui pequenas e médias empresas e também as autarquias locais.



Fonte: energysage.com

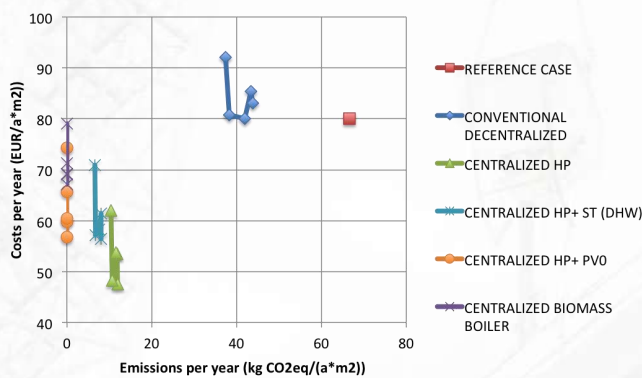


Descarbonização de um bairro de habitação social em Braga



- 50 unidades de habitação
- 1767 m² área aquecida

Descarbonização de um bairro de habitação social em Braga



Terés-Zubiaga Term, J., Bolliger, R., Almeida, M. G., Barbosa, R., Rose, J., Thomsen, K. E., ... Briones-Llorente, R. (2020). Cost-effective building renovation at district level combining energy efficiency & renewables – Methodology assessment proposed in IEA-Annex 75 and a demonstration case study. *Energy and Buildings*, 110280. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110280>

Obrigado pela vossa atenção!