Eficiência Energética e Sustentabilidade Ambiental de Casas Passivas: Estratégias e Soluções

Romeu Vicente; Rui Oliveira

"Sick Building Syndrome"

Síndrome dos Edifícios Doentes



Edifícios que apresentam desconforto e/ou de sintomas não específicos referidos pelos trabalhadores ou ocupantes de determinados edifícios, sem que uma doença ou causa específica possa ser identificada.

A OMS (Organização Mundial de Saúde) identificou dois tipos distintos de edifícios doentes:

- Edifícios temporariamente doentes (quando os sintomas desaparecem com o tempo);
- Edifícios permanentemente doentes (quando os sintomas persistem apesar de se tomarem medidas para solucionar os problemas).

"Sick Building Syndrome"

Síndrome dos Edifícios Doentes

- **Sintomas dos ocupantes**
- **Manifestações nasais** – o sintoma mais frequente é a congestão nasal, e ainda a irritação nasal.
- **Manifestações oculares** – irritação ocular, sensação de ardor e olhos secos, sem sinais de inflamação.
- **Manifestações orofaríngicas** – perturbações na garganta e sistema respiratório, sensação de secura e irritação da garganta.
- **Manifestações cutâneas** – pele seca e irritada. O ar seco quente ou uma circulação excessiva de ar pode levar ao aparecimento de certo tipo de dermatose.
- **Outras Manifestações** – as cefaleias são normalmente o sintoma mais presente, podendo ocorrer diariamente e variar de moderadas a graves enxaquecas. As dores de cabeça, fadiga generalizada, tonturas, dificuldade de concentração e mal estar geral.

"Sick Building Syndrome"

Síndrome dos Edifícios Doentes

Principais fatores de risco

- **Características dos edifícios**
  - Iluminação - problemas associados à iluminação artificial
  - Idade do edifício - concentrações elevadas de COV's, mofo e humidade, contaminantes químicos e biológicos nos sistemas de refrigeração.
- **Ambiente interior**
  - Temperatura e Humidade relativa do ar - temperaturas em ambientes fechados acima dos 22ºC e humidade relativa fora do intervalo 40% - 60%.
  - Ventilação - Renovação de ar insuficiente gera elevadas concentrações de CO_2
- **Fatores Psicológicos**
  - Psicossociais - Organização do trabalho, a insatisfação em geral e o tipo de atividade.
- **Fatores humanos**
  - Género e idade

"Sick Building Syndrome"

Síndrome dos Edifícios Doentes

Passamos cerca de 80%

do nosso tempo

dentro dos edifícios....

Edifícios "doentes"

Edifícios “doentes” – SINTOMAS

Termoforese



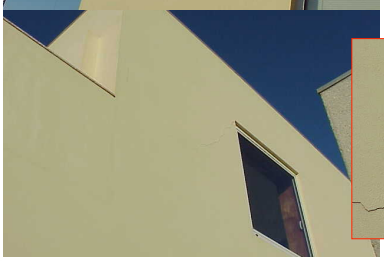


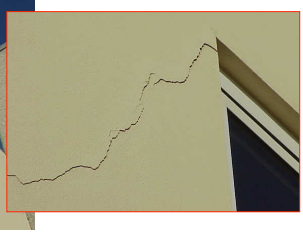
Edifícios “doentes” – SINTOMAS

Fissuras de diferente amplitude









Edifícios “doentes” – SINTOMAS

Condensações



Edifícios “doentes” – SINTOMAS

Condensações, fungos e bolores





Edifícios “doentes” – SINTOMAS

Condensações em vãos envidraçados,



Edifícios “doentes” – SINTOMAS

Degradação revestimentos



Edifícios “doentes” – SINTOMAS

Deficiente impermeabilização



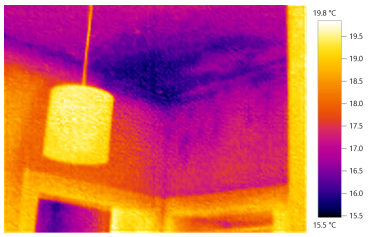
Edifícios “doentes” – SINTOMAS

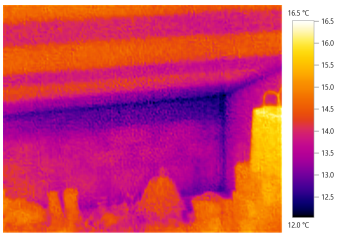
Deficiente impermeabilização



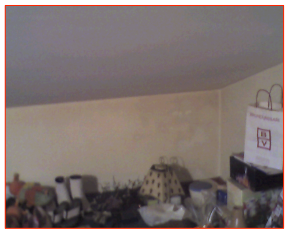
Edifícios “doentes” – SINTOMAS

Infiltrações









universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 · CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa · CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica · Cidades Sustentáveis a contribuir da ciência e da tecnologia · MARCH making science real · Lifelong Learning Programme

Edifícios “doentes” – SINTOMAS

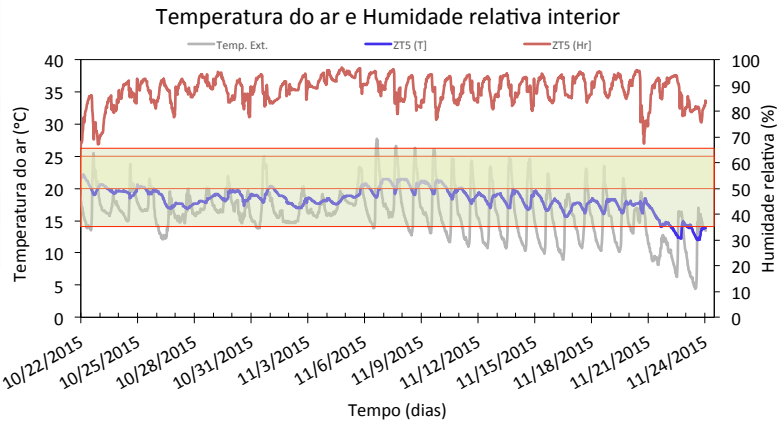
Humidades



universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 · CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa · CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica · Cidades Sustentáveis a contribuir da ciência e da tecnologia · MARCH making science real · Lifelong Learning Programme

Edifícios "doentes" – SINTOMAS

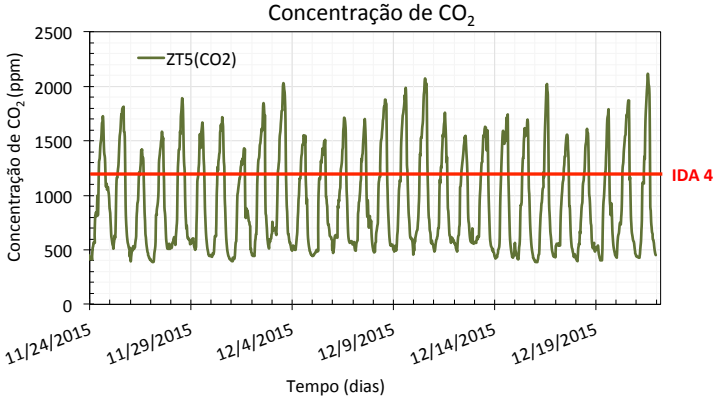
Conforto termohigrométrico interior



Edifícios "doentes" – SINTOMAS

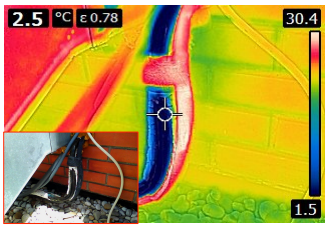
Concentração de CO_2





Edifícios "doentes" – SINTOMAS

Equipamentos (ventilação, climatização)



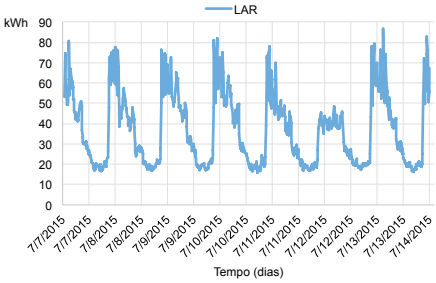




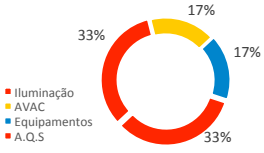
Edifícios "doentes" – SINTOMAS

Consumo energético

Diagrama de carga do consumo de eletricidade



Desagregação de consumos





Identificar problemas e causas

10 min



Edifícios "doentes" – SINTOMAS

Slide 7 e 8 – Grupo 1

Slide 9 e 10 – Grupo 2

Slide 11 e 12 – Grupo 3

Slide 15, 16 – Grupo 4

Slide 19 e 20 – Grupo 5

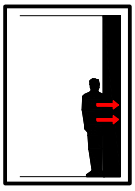


Térmica de Edifícios

Conceitos fundamentais

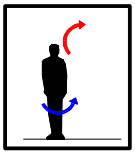
Conceitos fundamentais

Trocas térmicas



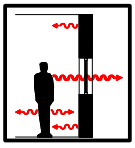
Condução

- Dois corpos em contacto



Convecção

- Corpo/ar



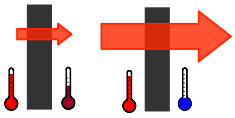
Radiação

- Corpo/corpo

Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

Um fluxo de calor que atravessa um material….



… é <u>proporcional</u> à diferença de temperatura

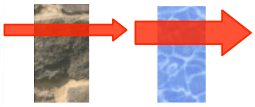


… é <u>inversamente</u> proporcional à espessura do material atravessado

R Resistência térmica

Condução





… é <u>proporcional</u> à condutibilidade do material

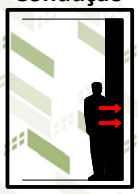
Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

Condutibilidade térmica (λ)

- "A **condutibilidade térmica** (...) é uma propriedade que caracteriza os materiais ou produtos termicamente homogéneos e que representa a quantidade de calor (...) que atravessa uma espessura unitária de um material quando entre duas faces planas e paralelas se estabelece uma diferença unitária de temperatura" (p. 2, ITE 50). É expressa em W/(m.ºC).
- Isolamentos térmicos: **λ ±0,04 W/(m.ºC); Aluminio: λ ±270 W/(m.ºC)**

Condução



Resistência térmica (R)

- "A **resistência térmica** é uma medida da resistência ao fluxo calorífico [através] de um material ou de uma combinação de materiais. A resistência térmica pode ser considerada como (...) o número de graus de diferença de temperatura entre as superfícies quando uma unidade de quantidade de calor flui através de uma unidade de área numa unidade de tempo. É expressa em (m².ºC)/W.

$$R = e\,(m)/\lambda\,(W/(m.^{o}C))$$

Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

Forma corrente de transmissão de calor no interior de um fluido ou entre este e uma superfície sólida, ocorrendo devido ao movimento do fluido.

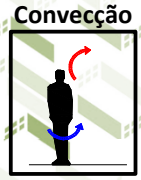
Convecção Natural

- É gerado um fluxo de calor, que reduz à medida que as temperaturas se aproximam;
- Variação da densidade dos fluidos com o aumento da temperatura
- O ar quente « sobe »: balões de ar aquecido, fumo, ... ;
- A ascensão do fluido aquecido, menos denso, provoca a sua substituição por fluidos mais densos na sua proximidade;
- A regularidade da troca térmica favorece padrões de repetição, traduzidos frequentemente em fenómenos circulares.

Convecção Forçada

- Fenómenos externos que podem acelerar o movimento do ar: Diferenças de pressão, movimento de pessoas ou viaturas, afunilamentos, ventoinhas.

Convecção



universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 | CASA PASSIVA Plataforma Portuguesa | CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica | Cidades Sustentáveis | MARCH making science real | Lifelong Learning Programme

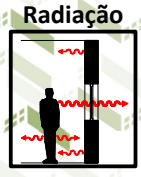
Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

Radiação

- "Toda a matéria emite ondas eletromagnéticas geradas pelo movimento térmico das moléculas que compõem o material. (...)
- A intensidade e o comprimento de onda desta radiação depende da natureza e temperatura do material" (p.16, Hassan Fathy)

Radiação



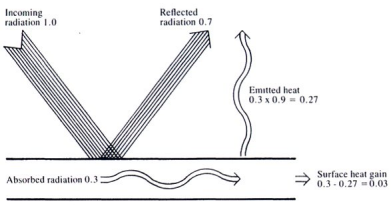


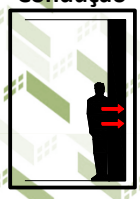
Fig. 3. Relationship between the radiation incident on a building surface and the heat gain of the structure. (See p. 24.)

$a + r + t = 1$

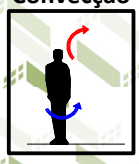
a - Absortividade
r - Refletividade
t - Transmissividade

universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 | CASA PASSIVA Plataforma Portuguesa | CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica | Cidades Sustentáveis | MARCH making science real | Lifelong Learning Programme

Condução



Convecção



Radiação



Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

Coeficiente de transmissão térmica (*U*)

- representa a quantidade de calor que atravessa perpendicularmente, um elemento de faces planas e paralelas, por unidade de tempo e de superfície, quando sujeito a um gradiente de temperatura unitário (°C) entre os ambientes que separa. É expressa em W/(m².°C).

$$U = 1/R_{elemento} = 1/R_{si} + \sum R_j + R_{se}$$

interior exterior

U

Convecção + Radiação | Condução | Convecção + Radiação

U - coeficiente de transmissão térmica (W/m².°C)

R_{si} e R_{se}- resistência superficial interior e exterior (m².°C/W)

R_j - resistência térmica da camada j (m². °C/W) = e_j/λ_j

A resistência térmica superficial (R_{si} e R_{se}) traduz o efeito da convecção e da radiação (função da rugosidade da superfície, posição da superficie, etc).

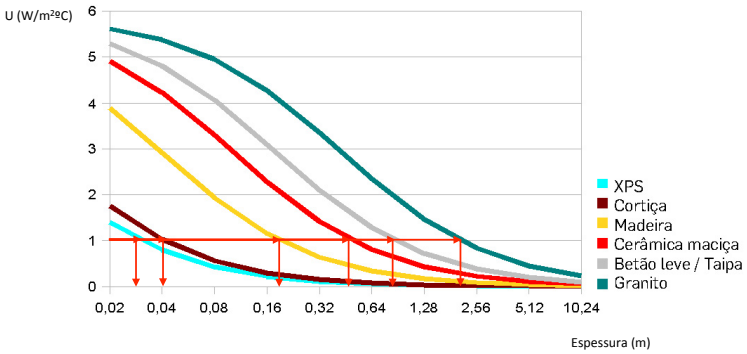
universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 | CASA PASSIVA Plataforma Portuguesa | CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica | Cidades Sustentáveis | MARCH making science real | Lifelong Learning Programme

Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

Coeficiente de transmissão térmica (*U*)

Relação U / Espessura da parede

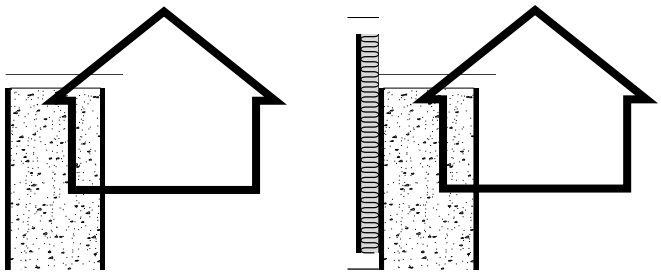


universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 | CASA PASSIVA Plataforma Portuguesa | CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica | Cidades Sustentáveis | MARCH making science real | Lifelong Learning Programme

Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

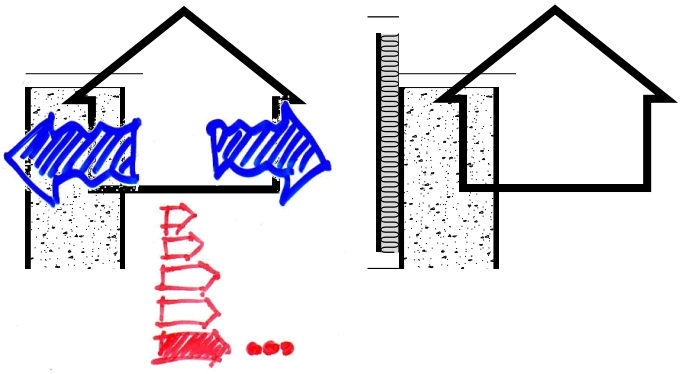
Isolamento térmico



Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

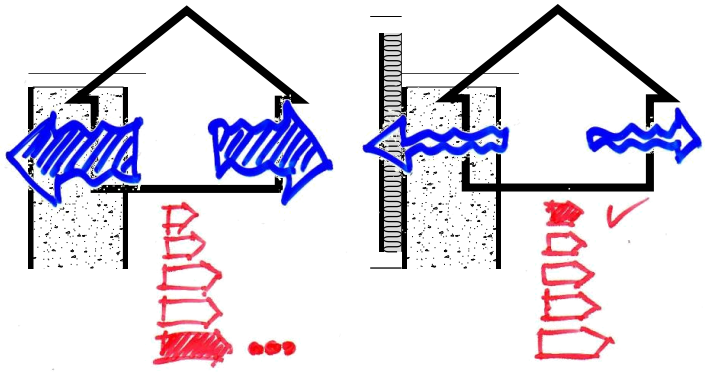
Isolamento térmico



Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

Isolamento térmico

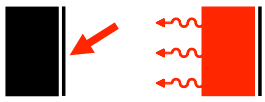


Conceitos fundamentais

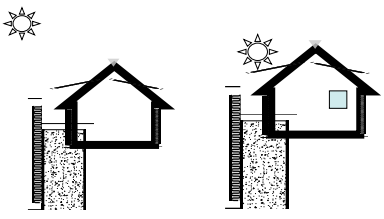
Trocas térmicas

Inércia térmica

- Um corpo:
  - Aquece quando absorve calor
  - Arrefece quando liberta calor



Este processo ocorre ao longo do tempo, sendo responsável pelo atraso térmico.

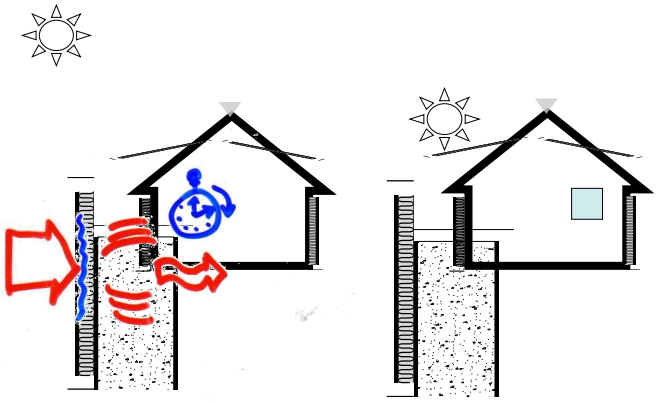


Inércia térmica

Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

Inércia térmica

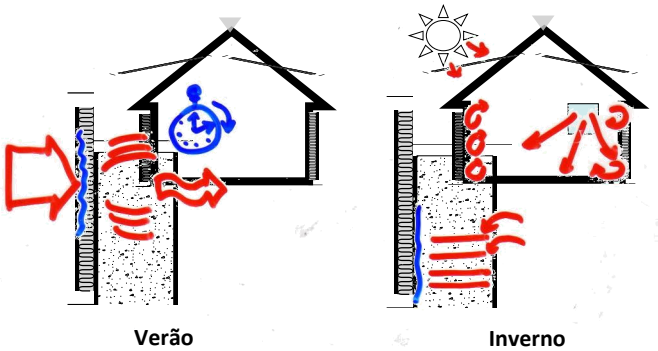


Verão Inverno

Conceitos fundamentais

Trocas térmicas

Inércia térmica

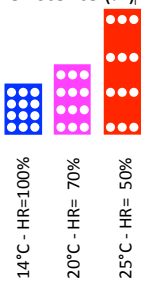


Verão Inverno

Conceitos fundamentais

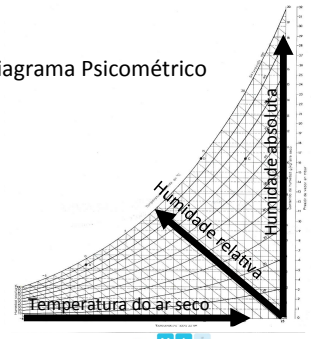
Humidade Absoluta / Humidade Relativa

- Humidade absoluta: Quantidade de água realmente existe no ar (gramas/ kg ar seco).
- Humidade relativa: Percentagem da Quantidade de água de saturação (que depende da temperatura do ar) correspondente à quantidade de água existente (%).



Exemplo:
Humidade absoluta, 10 g/Kg
10g água + 990g ar seco

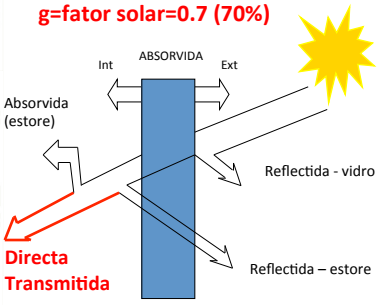
Diagrama Psicométrico

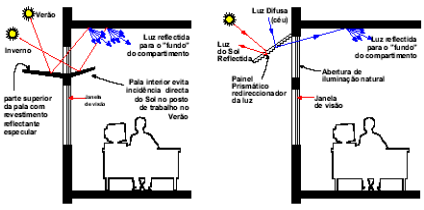


Conceitos fundamentais

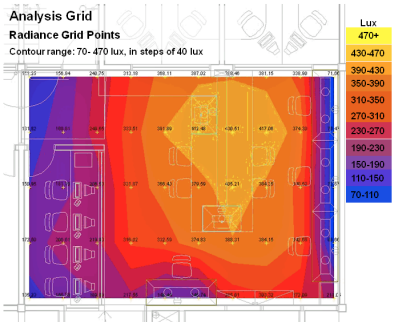
Ganhos Solares e Iluminação

g=fator solar=0.7 (70%)





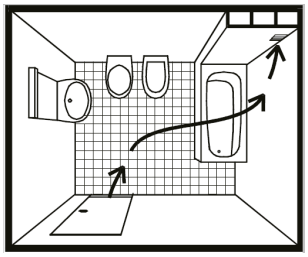


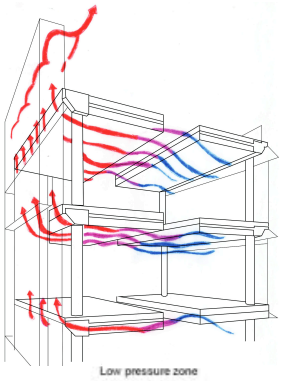


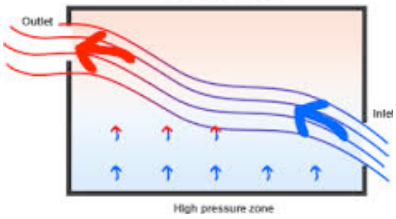
Conceitos fundamentais

Ventilação - NP EN 1037-1









Sistema de Certificação Energética

Legislação em Portugal

Legislação em Portugal

1990
DL 40/90
(RCCTE)

1998
DL 118/98
(RSECE)

2002
EPBD 2002/91/CE
Desempenho Energético dos Edifícios

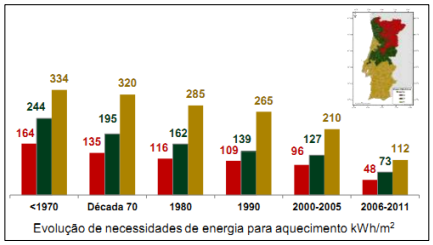
2006
DL 78/2006
(SCE)
DL 79/2006
(RSECE)
DL 80/2006
(RCCTE)

2010
EPBD 2010/31/UE
Desempenho Energético dos Edifícios

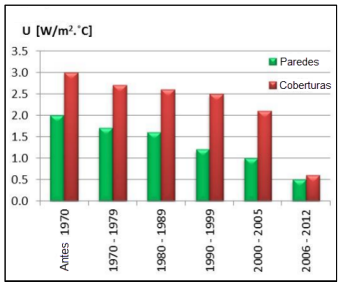
2012
EPBD 2012/27/UE
Eficiência energética

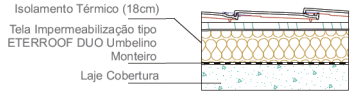
2013
DL 118/2013
(SCE, REH, RECS)

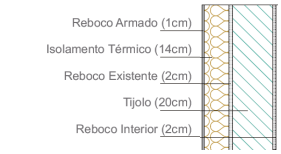
Desempenho energético dos edifícios



U – Coeficiente de transmissão térmica superficial (W/m².ºC)



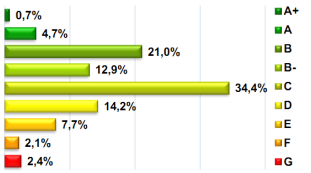




Fonte: ADENE & Buildup.eu

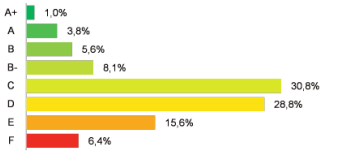
Desempenho energético dos edifícios

Final de 2012



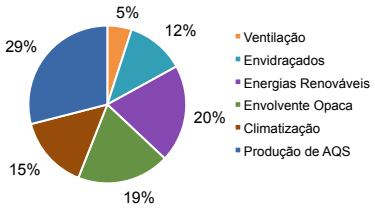


Final de 2013 e 2014



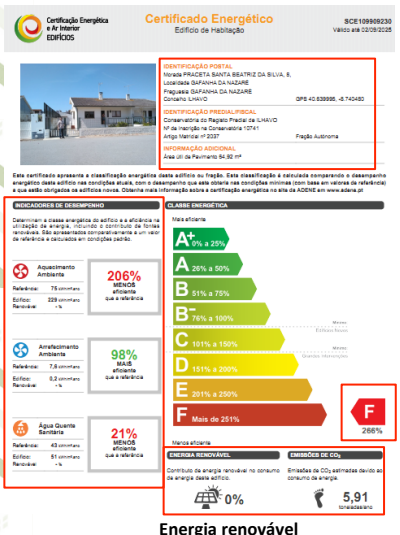
Distribuição de classes energéticas relativas aos certificados emitidos no período compreendido entre dez-2013 a jun-2014 e respeitantes aos edifícios de tipologia habitação.

Medidas de melhoria

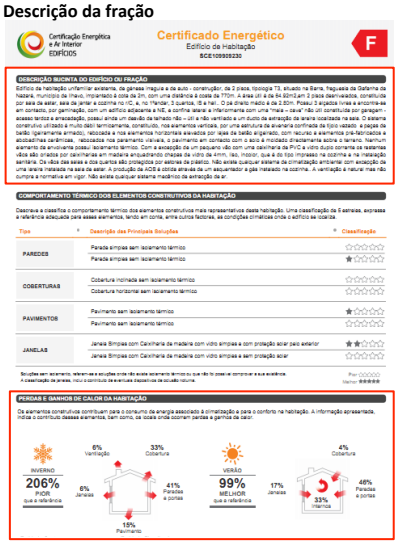


Fonte: ADENE

SCE - Modelo de Certificado energético



Descrição da fração



SCE - Modelo de Certificado energético

Energias renováveis

Quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis

- Sistemas solares térmicos
- Sistemas solares fotovoltaicos
- Sistemas eólicos
- Biomassa
- Geotermia
- Mini-hídrica
- Bombas de calor



universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 · CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa · CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica · Cidades Sustentáveis o contributo da ciência e da tecnologia · MARCH making science real · Lifelong Learning Programme

SCE - Modelo de Certificado energético

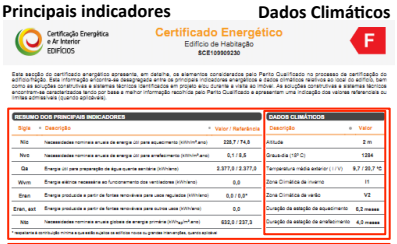
Propostas de Medidas de melhoria

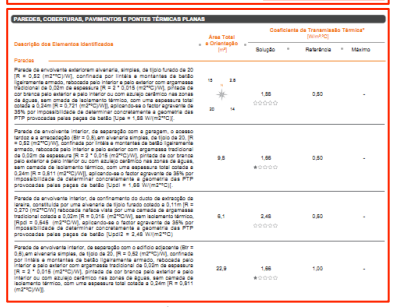
Medidas de melhoria

Principais indicadores **Dados Climáticos**









Envolvente opaca: - Área; $U_{solução/Referência}$; $U_{máx}$

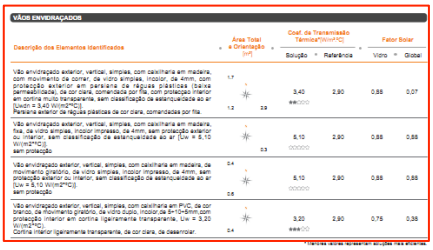
universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 · CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa · CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica · Cidades Sustentáveis o contributo da ciência e da tecnologia · MARCH making science real · Lifelong Learning Programme

SCE - Modelo de Certificado energético

Afixação Certificado energético



Vãos envidraçados:
- Área
- $U_{solução/Referência}$
- g_{vidro}
- g_{global}

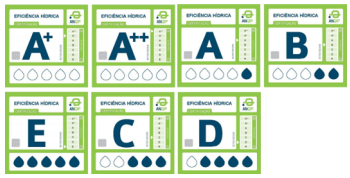


Sist. Técnicos e ventilação:
- Climatização
- AQS
- Energias renováveis
- Ventilação



SCE – Certificação de componentes

Rotulagem de eficiência hídrica de produtos



- Chuveiros
- Torneiras
- Autoclismos
- Fluxímetro de mictório

Disponível em : http://www.anqip.com/

Sistemas de classificação de janelas



Disponível em : http://seep.adene.pt/

PassivHaus/Passive House



"Game Changer"

NET ZERO ENERGY BUILDINGS

NEAR ZERO ENERGY BULDINGS

PassivHaus / Passive House

PASSIVE HOUSE

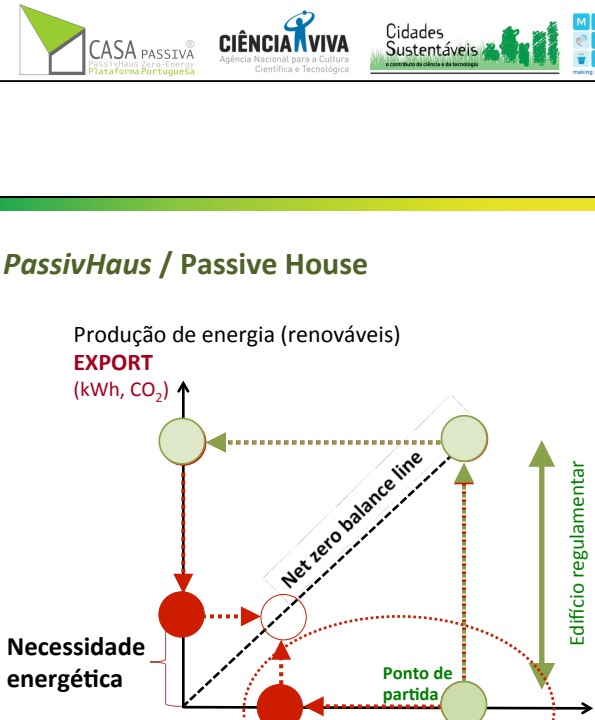
ZERO ENERGIA

Energy Performance Building Directive – EPBD - Diretiva 2010/31/EU

Conjugação princípios passivos com NZEB

Génese do NZEB ("Energy efficient house", artº 2)

PassivHaus / Passive House



Passive House

PassivHaus / Passive House

PASSIVE HOUSE

PORQUÊ?

universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 · CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa · CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica · Cidades Sustentáveis · MARCH making science real · Lifelong Learning Programme

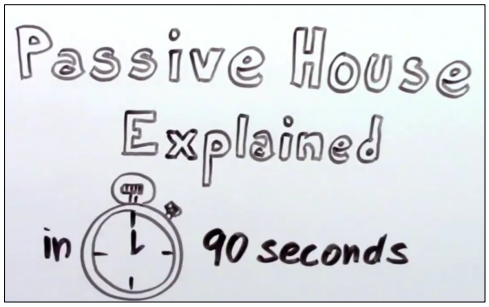


universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 · CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa · CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica · Cidades Sustentáveis · MARCH making science real · Lifelong Learning Programme

Conceito Passive House

PASSIVE HOUSE

CASA PASSIVA

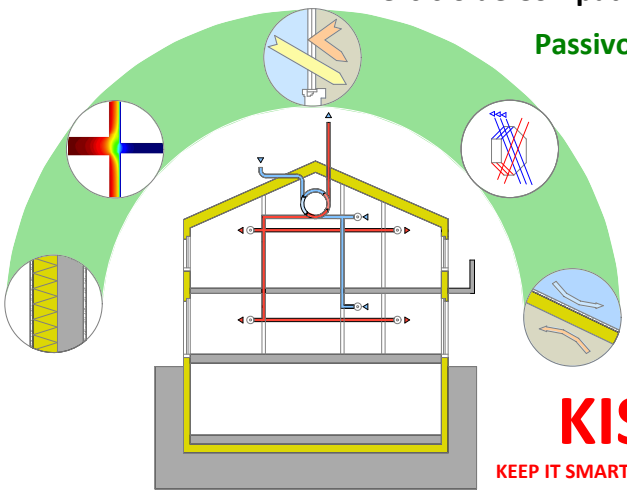


Disponível em : www.youtube.com/watch?v=CasrjYhZB1M

Conceito Passive House

Exercício de Compatibilização

Passivo ✚ Ativo



KISS

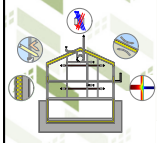
KEEP IT SMART AND SIMPLE

Bom nível de isolamento

- O princípio de isolar bem a envolvente e a minimização das perdas de energia, contribuirão para que a carga térmica necessária seja assegurada.
- Os valores típicos de *U* [W/m^2.°C] para a envolvente opaca vertical devem ser inferiores em Portugal, a 0.30W/m^2.°C, praticando assim valores ainda abaixo de alguns dos U_{ref} (REH).

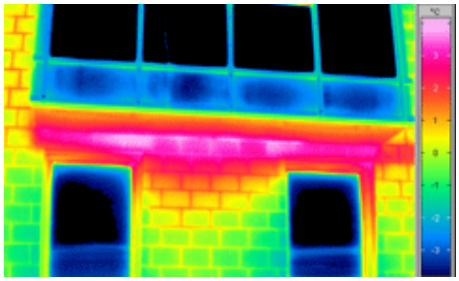




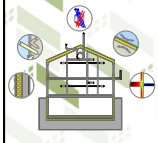


Bom nível de isolamento

- Valores de U [W/m^2.°C] para soluções de cobertura na ordem dos 0.2 W/m^2.°C, uma vez que se trata de um elemento extenso e sujeito a radiação solar;
- A minimização das pontes térmicas.

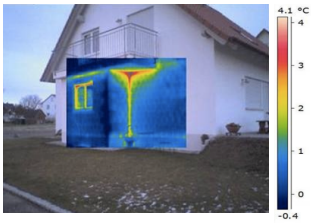


Termografia na identificação de ponte térmicas (Fonte: PPH)

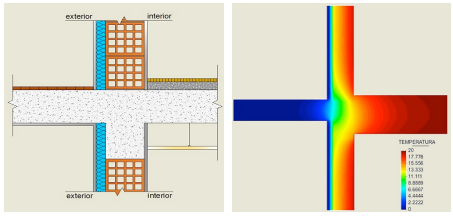


Minimizar pontes térmicas

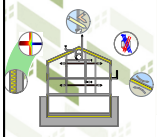
- Temperaturas superficiais superiores das zonas das pontes térmicas – temperatura radiante mais elevadas e menor risco de condensações ($T_{superficial}$>12.6°C).



Termografia (Fonte: AirOptima)



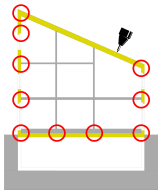
Ponte témica (Fonte: ITECONS)



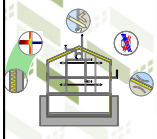
Minimizar pontes térmicas

Regras de projeto/planeamento para evitar pontes térmicas

- **Regra de prevenção:** O isolamento não deve ser interrompido. Deve envolver todo o volume interior aquecido do edifício.
- **Regra de penetração:** Se a penetração da camada de isolamento é inevitável, a condutividade térmica do material de penetração deve ser o mais baixa possível. Usar betão poroso/leve ou madeira, ou ainda melhor, purenit ou foamglass.
- **Regra de ligação:** A camada de isolamento nos elementos de ligação do edifício (PTLs) deve ser colocada continuamente em toda a superfície, sem interrupção.

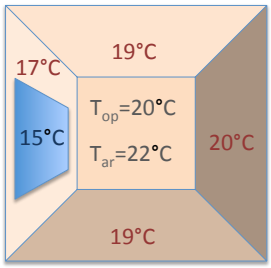


Livre de pontes térmicas: Ψ_e <0.01 W/(m.K)



Envidraçados eficientes

- A envolvente dos envidraçados é a zona mais comprometedora dos critérios de conforto (EN 15251; ISO 7730). A assimetria das temperaturas radiativas das superfícies devem ser inferiores a 4.2°C (horizontal) e 2°C (vertical) (T_{int}=20°C).

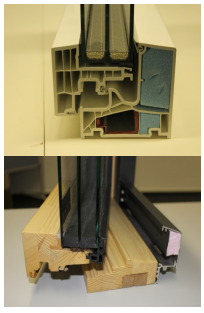




(Fonte: Passipedia)

Envidraçados eficientes

- Moderar as áreas de aberturas segundo a orientação da fachada (problemas de sobreaquecimento).
- Uso de soluções com U [W/m².°C] < 1.0 (EN10077) e fator solar (g^T) com valor aprox. de 0.5 (EN 410).



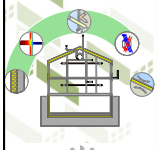




Ventilação controlada

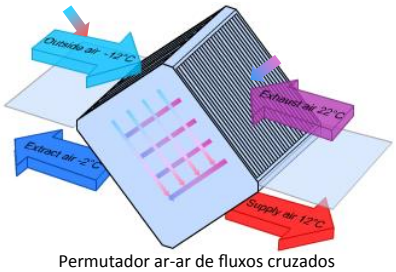
- Garantia de higiene e qualidade do ar interior: Humidade relativa (HR) entre 35 a 55%, controlo de CO_2<600-800ppm, ambos os valores indicados pela EN 13770 e EN 15251.
- Evitar fenómenos de condensação superficial (HR<70%, T_{int}=20°C, $T_{superficial}$>12.6°C).



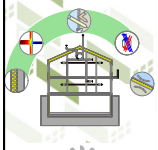


Ventilação controlada

- Exigência de renovação do ar: 30 m^3/h.pessoa com mínimo de 0.3h^{-1}, não comprometendo a qualidade do ar (IDA 2 – boa qualidade do ar);
- Consumo energético reduzido: funcionamento de ventiladores e da unidade de controlo com bom nível de escoamento e controlo de perdas (P<50W para 150m^3/h a 50Pa, 0.45W/m^3.h);
- Uso de sistemas com elevada eficiência ("Heat Recovery System" com eficiência superior a 75%).



Permutador ar-ar de fluxos cruzados

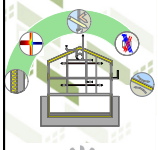


Ventilação controlada

Dimensionamento da taxa de fluxo de ar: qualidade

Dimensionamento da taxa de fluxo de ar para a qualidade do ar			Atividades		
		CO_2 - produção por humano [litros/h]	12	18	23
Requisito humano Fluxo de ar fresco [m³/h]	Classificação de acordo	Máx. diferencial CO_2 permitido	**Dormir**	**Típico**	**Trabalhar**
			m³/h		
Excelente qualidade de ar	**IDA 1**	400	30	45	58
Boa qualidade de ar	**IDA 2**	600	20	**30**	38
Qualidade de ar satisfatória	**IDA 3**	1000	12	18	23
Qualidade de ar moderada	**IDA 4**	1200	10	15	19

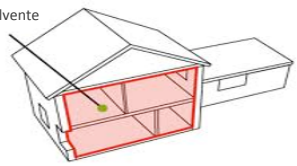
Fonte: EN 13779



Estanquidade ao ar

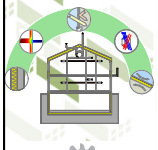
- Esta exigência, tendo em conta a nossa tradição na construção – construção mássica de inércia média/forte é assegurada pelos revestimentos finais (rebocos, etc..).
- O controlo desta exigência é assegurada pelo "blower door test" (EN13829) que identifica zonas de infiltração e exfiltração de ar ($n_{50(Pa)}$<0.6h^{-1}).

Delimitação da envolvente





Teste da porta ventiladora



Estanquidade ao ar

Dimensionamento da taxa de fluxo de ar: qualidade

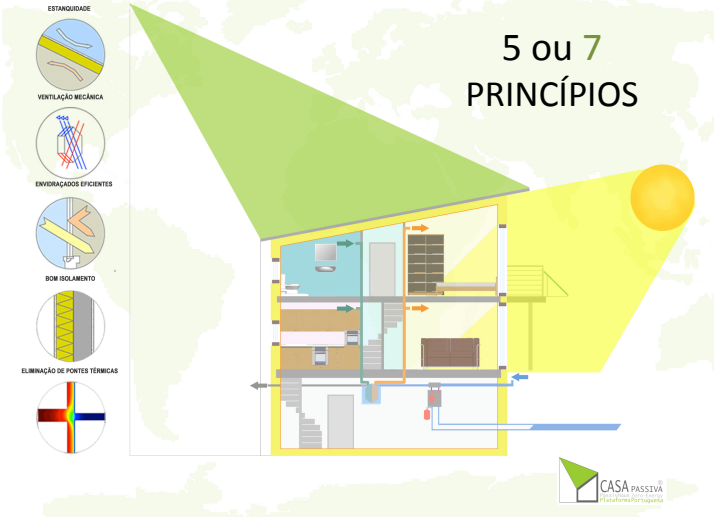
- Do ponto de vista do projetista: segurança em projeto;
- Pré-requisito importante quando se utiliza na construção sistemas de ventilação mecânica;
- Evitar correntes de ar/entradas de ar;
- Limitar a carga de aquecimento;
- É importante prevenir o desequilíbrio.



Teste pressurização e despressurização, n_{50}

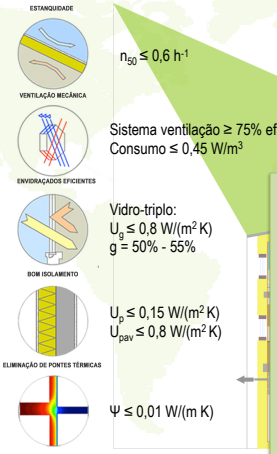
- Verificação da estanquidade da envolvente interior do edifício;
- Requisito da Passive House: $n_{50} \leq 0{,}6\ h^{-1}$.
- $n\downarrow 50 = F(m\uparrow 3/h)/V(m\uparrow 3)$

Conceito Passive House



Conceito Passive House

Quais os critérios?



$n_{50} \leq 0{,}6\ h^{-1}$

Sistema ventilação ≥ 75% eficiência
Consumo ≤ 0,45 W/m³

Vidro-triplo:
$U_g \leq 0{,}8\ W/(m^2 K)$
$g = 50\% - 55\%$

$U_p \leq 0{,}15\ W/(m^2 K)$
$U_{pav} \leq 0{,}8\ W/(m^2 K)$

$\Psi \leq 0{,}01\ W/(m\ K)$

Necessidade aquecimento	**≤ 15 kWh/(m².a)**
ou Carga de aquecimento do edifício	**≤ 10 W/m²**
Necessidades arrefecimento	**≤ 15 kWh/(m².a)**
ou Carga de arrefecimento do edifício	**≤ 10 W/m²**
Necessidade de energia primária	**≤ 120 kWh/(m².a)**
Estanquidade do edifício	**≤ 0.6 h⁻¹**
Sobreaquecimento interior	**≤ 10%**

universidade de aveiro · CASA PASSIVA · CIÊNCIA VIVA · Cidades Sustentáveis · MARCH · Lifelong Learning Programme

Conceito Passive House

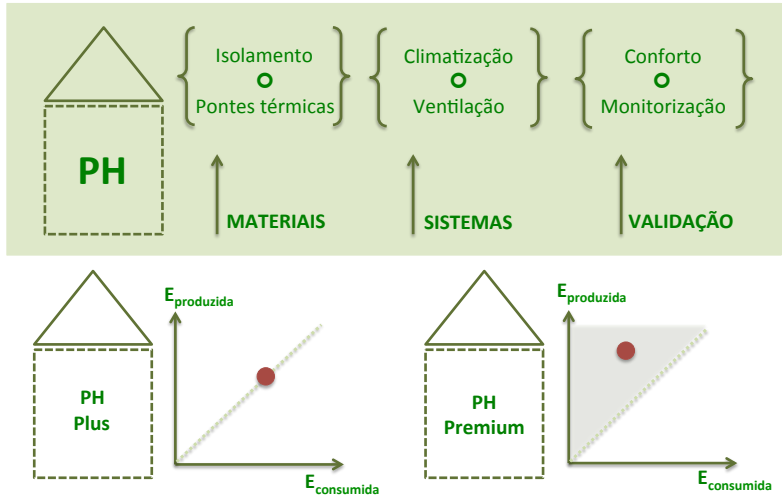
DESAFIO?



universidade de aveiro · CASA PASSIVA · CIÊNCIA VIVA · Cidades Sustentáveis · MARCH · Lifelong Learning Programme

Conceito Passive House

Qual o caminho....



Conceito Passive House

Cidades em mutação Exemplo

Bruxelas, Antuérpia, Frankfurt, Nova York

Reabilitação?

Adoção de critérios PH

Benefícios (taxas, etc.)

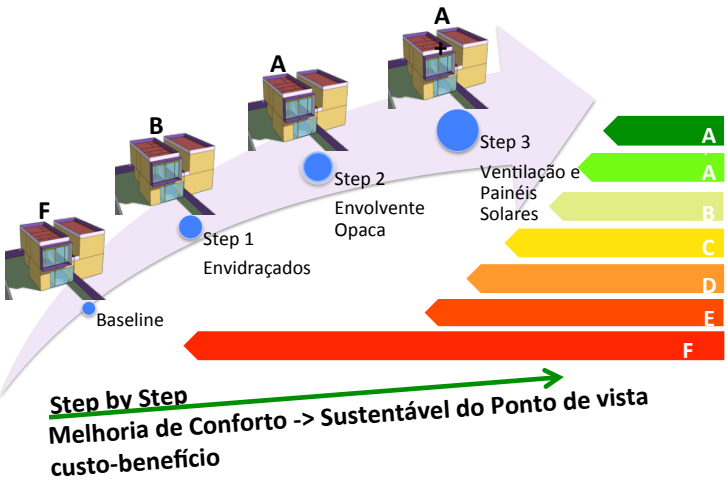
Redução GEE

Sustentabilidade

Responsabilidade Social

ENERPHIT – Passo a Passo

Reabilitação?



Step by Step
Melhoria de Conforto -> Sustentável do Ponto de vista custo-benefício

universidade de aveiro
CASA PASSIVA
CIÊNCIA VIVA
Cidades Sustentáveis
Lifelong Learning Programme

Jogo Casa Passiva

universidade de aveiro
CASA PASSIVA
CIÊNCIA VIVA
Cidades Sustentáveis
Lifelong Learning Programme

Jogo Casa Passiva



Disponível em : http://pmate.ua.pt/flash/CasaPassiva/CasaPassiva.swf

Custos e conforto

Custos e Conforto

PASSIVE HOUSE

COMO SE CONSEGUE ATINGIR?

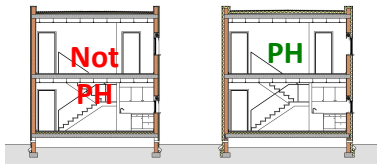
COMO SE CONSTROI?

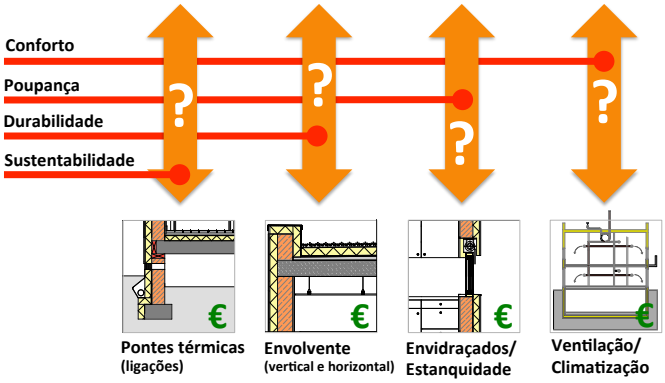
É MAIS ONEROSO CONSTRUIR?

EXISTE ACRÉSCIMO DO CUSTO?

Custos e Conforto

CUSTO PAYBACK ?





Custos e Conforto

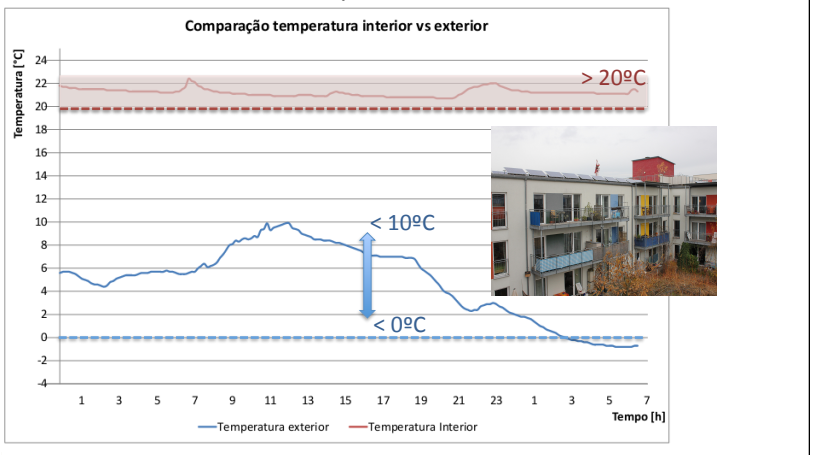
Economia de uma Passive House

- Construção com qualidade a um custo adicional **(10%)**
- Na avaliação do tempo de retorno - Análise dinâmica dos custos do ciclo de vida (*Net Present Value*)
- Elevado conforto – custo!
- Custo crescente da energia (subida 2.0-2.5% ao ano)
- Custo adicional para componentes e sistemas de qualidade
- Vida útil do edifício – Reabilitação energética mais onerosa
- Tempo de retorno do investimento **(5** a **12** anos**)**

Custos e Conforto

A nossa experiência..

15 dias a viver num edifício passivo de natureza social!



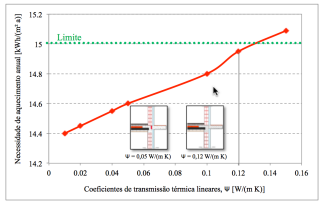
Investigação

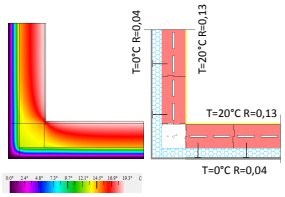
PassivHaus/Passive House

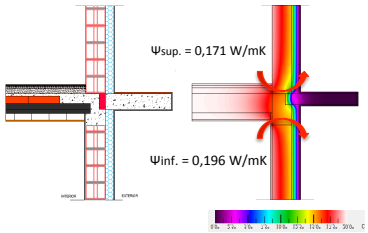
Passive House - Investigação

Estudo de soluções construtivas e pormenorização

- Estudos paramétricos
- Avaliação das PTLs (valor de Ψ (W/m.K))
- Avaliação da *performance* das soluções







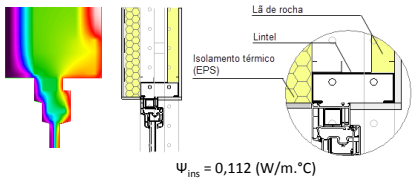


Investigador: **Rui Oliveira**

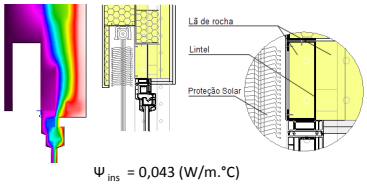
Passive House - Investigação

Cálculo do valor de Ψ (W/m.°C)

Ligação de caixilharia com padieira

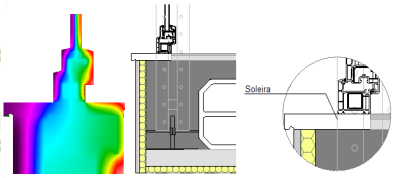


Ψ_{ins} = 0,112 (W/m.°C)

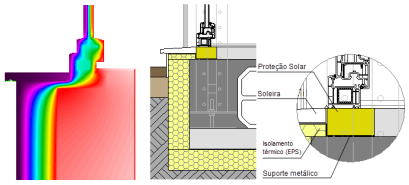


Ψ_{ins} = 0,043 (W/m.°C)

Ligação de caixilharia com soleira



Ψ_{ins} = 0,357 (W/m.°C)

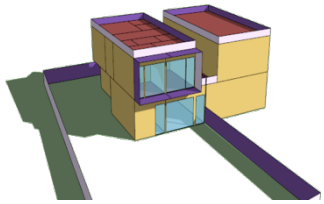


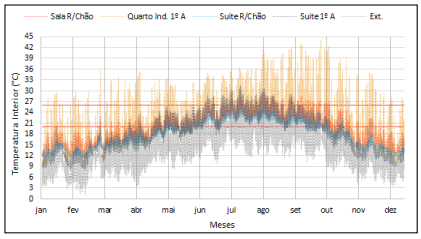
Ψ_{ins} = - 0,016 (W/m.°C)

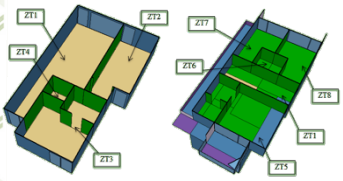
universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 | CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa | CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica | Cidades Sustentáveis a contribuir da ciência e da tecnologia | MARCH making science real | Lifelong Learning Programme

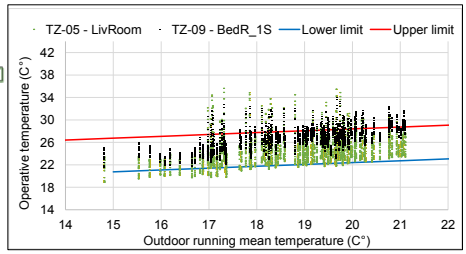
Passive House - Investigação

Simulação Dinâmica









SketchUp | OS | EnergyPlus

universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 | CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa | CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica | Cidades Sustentáveis a contribuir da ciência e da tecnologia | MARCH making science real | Lifelong Learning Programme

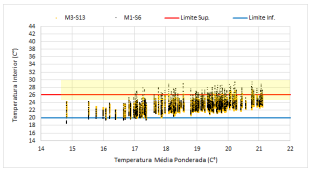
Passive House - Investigação

Simulação Dinâmica

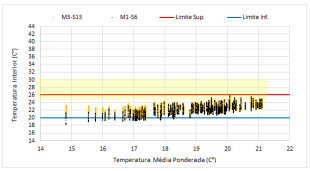
Análise do conforto térmico adaptativo – EN 15251 (edifício categoria II)

Estação Arrefecimento

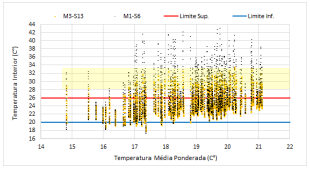
ZT1 – Sala R/Chão



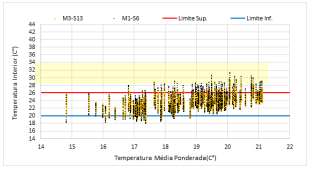
ZT3 – Suite R/Chão



ZT7 – Quarto Ind. 1º A



ZT5 – Suite 1º A



Sala R/Chão



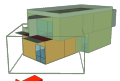
Sudoeste

Quarto Ind. 1ºA



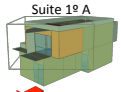
Sudoeste

Suite R/Chão



Nordeste

Suite 1º A



Nordeste

universidade de aveiro
um campus que pensa
1973-2013

CASA PASSIVA
Passivhaus Zero-Energy
Plataforma Portuguesa

CIÊNCIA VIVA
Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica

Cidades Sustentáveis
a contribuir da ciência e da tecnologia

MARCH
making science real

Lifelong Learning Programme

Passive House - Investigação

Projeto de Co-promoção: "Modiko Passive House" **Estrutura principal**















universidade de aveiro
um campus que pensa
1973-2013

CASA PASSIVA
Passivhaus Zero-Energy
Plataforma Portuguesa

CIÊNCIA VIVA
Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica

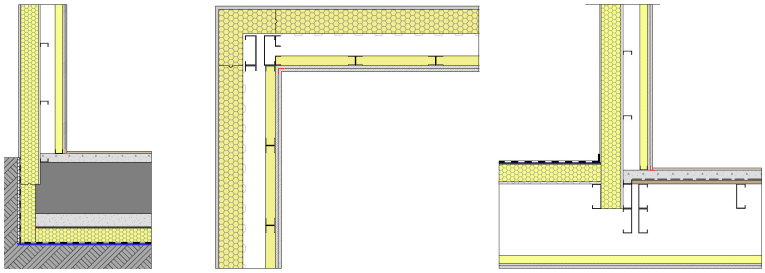
Cidades Sustentáveis
a contribuir da ciência e da tecnologia

MARCH
making science real

Lifelong Learning Programme

Passive House - Investigação

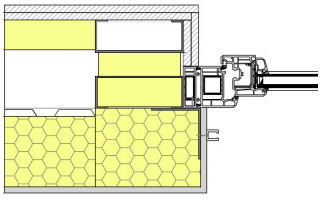
Projeto de Co-promoção: "Modiko Passive House" **Envolvente opaca**

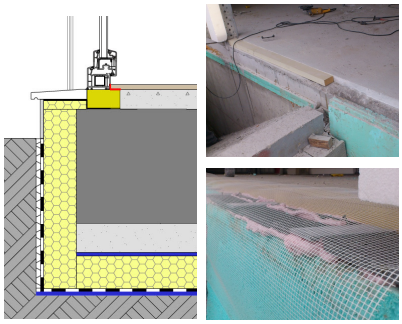




Passive House - Investigação

Projeto de Co-promoção: "Modiko Passive House" **Envolvente envidraçada**





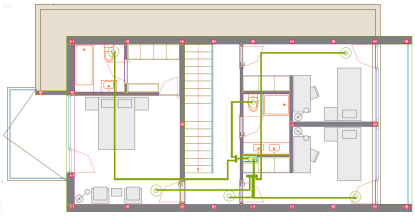
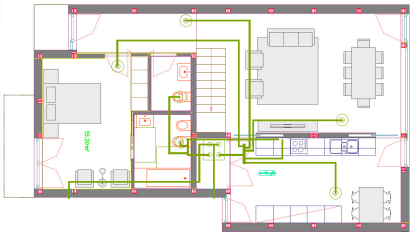






Passive House - Investigação

Projeto de Co-promoção: "Modiko Passive House" **Ventilação**





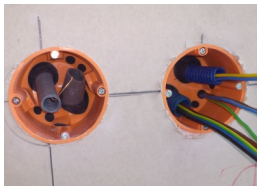
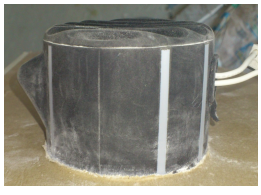

universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 · CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa · CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica · Cidades Sustentáveis a contribuir da ciência e da tecnologia · MARCH making science real · Lifelong Learning Programme

Passive House - Investigação

Projeto de Co-promoção: "Modiko Passive House" **Estanquidade ao ar**





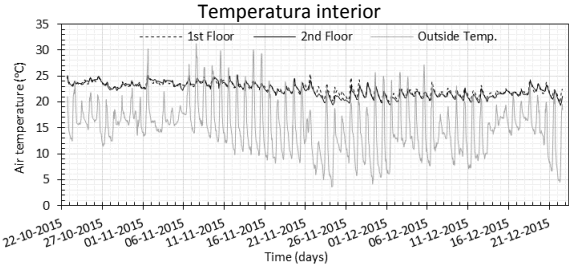



universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 · CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa · CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica · Cidades Sustentáveis a contribuir da ciência e da tecnologia · MARCH making science real · Lifelong Learning Programme

Passive House - Investigação

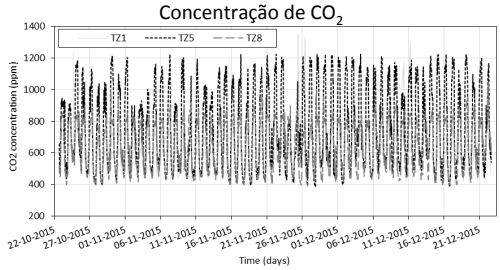
Projeto de Co-promoção: "Modiko Passive House" **Resultados**

Temperatura interior

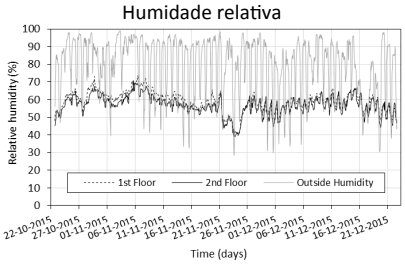




Concentração de CO_2



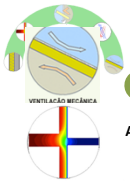
Humidade relativa



Casa Passiva vs Nanotecnologia

Casa Passiva Vs Nanotecnologia

NanoInsulation, menores espessuras, aplicações na reabilitação



VIP4All
MF-REtrofit
AEROCOINS
NanoPCM

- **PCMs** (Phase Change Materials) com potencial "energy harvesting"
- **VIP** (Vacuum Insulation Panels): redução de custos
- **Thermal Break** Components
- **Superinsulation** Silica Aerogel, Argamassas com incorporação de Aerogel
- **Capacidade refletiva** (tintas, cerâmicos)

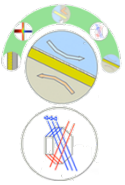
Controlo da radiação solar, armazenamento (redução da assimetria)



SmartWin
HARWin
EELICON
SmartBlind

Tecnologia de **filmes electrocrómicos**, leve e flexível baseado em nanocompósitos – excelentes propriedades eletro-óticas.
Envidraçados de alta performance
VIG (Vaccum insulation glazing)
Proteções solares com PCM
Integração de **PV (OPV) e OLED**
Multifunctional glass-polymer windows (special coatings)

Componentes dos sistemas ativos, melhoria da performance



NanoCool
NANO-HVAC
EnE-HVAC

Tecnologia de **Revestimentos Funcionais** (Sol-Gel e PVD) para aumentar transferência de energia;
Superfícies Nano/Micro Estruturas para melhorar a eficiência de evaporadores e condensadores
Nano-fluídos
Permutadores de calor
(remoção de cargas latentes com LDH - **liquid desiccant dehumidifier**) com resistência à **corrosão**.
Novel Nano-enabled Energy Efficient e Safe **HVAC ducts insulation**

universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013
CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa
CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica
Cidades Sustentáveis
MARCH making science real
Lifelong Learning Programme

Casa Passiva Vs Nanotecnologia

Produção de Energia - Recurso a energias renováveis – PH Plus, PH Premium



Auto consumo?

Geotermia (baixa ou lata profundidade);

Sistemas de **Solar Térmico, Eólica, Biotermia**

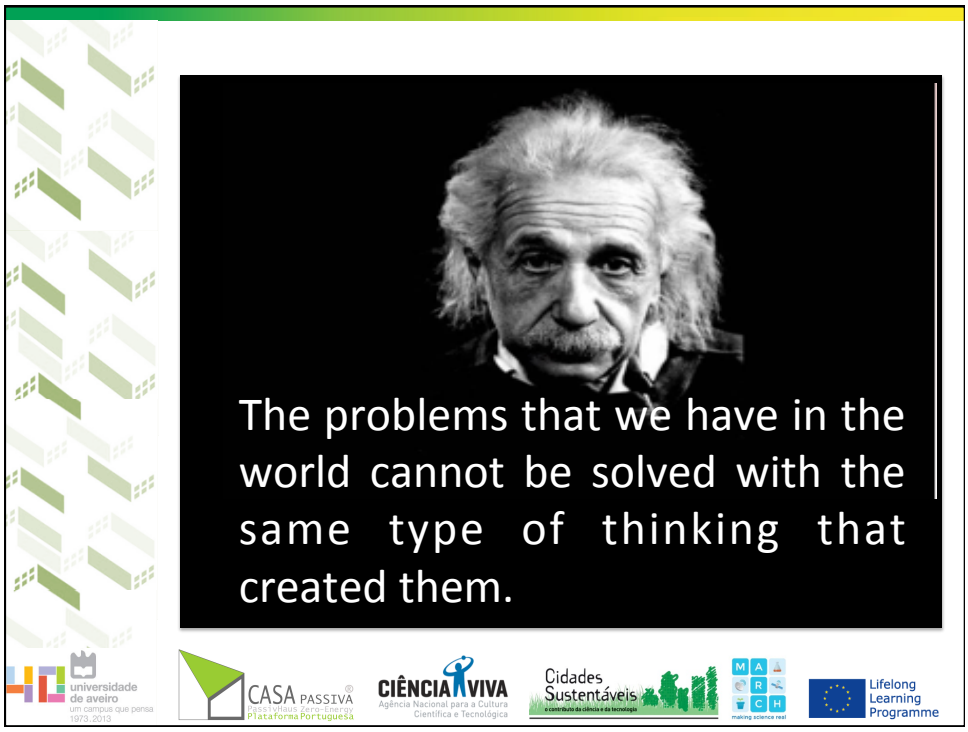
Fotovoltaico (solar cells)

Células de combustível

Biomassa

Armazenamento

universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013
CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa
CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica
Cidades Sustentáveis
MARCH making science real
Lifelong Learning Programme



Discussão/Questões

Bibliografia recomendada

- ESTABLISH: Designing a Low Energy Home: www.establish-fp7.eu/resources/units/designing-low-energy-home.html
- PMAT: http://pmate4.ua.pt/emvoltadaenergia/
- CASA PASSIVA: http://www.casapassiva.pt/
- Sites PH:
  - http://passiv.de/en/
  - http://database.passivehouse.com/en/components/
  - http://www.passivhausprojekte.de/index.php?lang=en
  - http://www.passivhaus.org.uk/
  - http://www.passivehouse-international.org/
  - http://www.passivhaushomes.co.uk/
  - http://www.passivehouse.ca/
  - https://www.phai.ie/
  - http://www.lamaisonpassive.fr/spip/index.php
  - http://passivhausprojekte.de/index.php?lang=en
  - http://www.cphn.com.cn/en/show.asp?id=72
  - http://www.passiv.de/archpreis/jury.php
- Projetos PH:
  - http://www.entranze.eu/
  - http://europhit.eu/
  - http://www.passreg.eu/
  - www.buildup.com

universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 | CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa | CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica | Cidades Sustentáveis a contribuir da ciência e da tecnologia | MARCH making science real | Lifelong Learning Programme

Teach them, and they will forget; demonstrate and they will remember; involve them and they will understand

(Hohhmann & Delakowitz, 2002)

Romeu Vicente
romvic@ua.pt

Rui Oliveira
ruifoliveira@ua.pt

universidade de aveiro um campus que pensa 1973-2013 | CASA PASSIVA Passivhaus Zero-Energy Plataforma Portuguesa | CIÊNCIA VIVA Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica | Cidades Sustentáveis a contribuir da ciência e da tecnologia | MARCH making science real | Lifelong Learning Programme