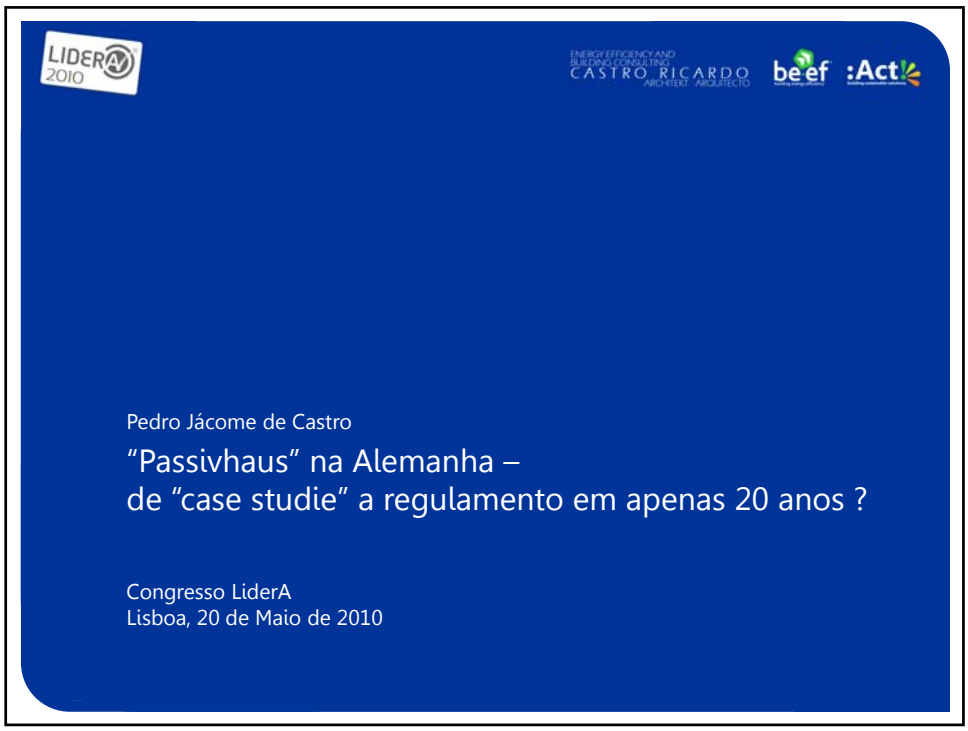
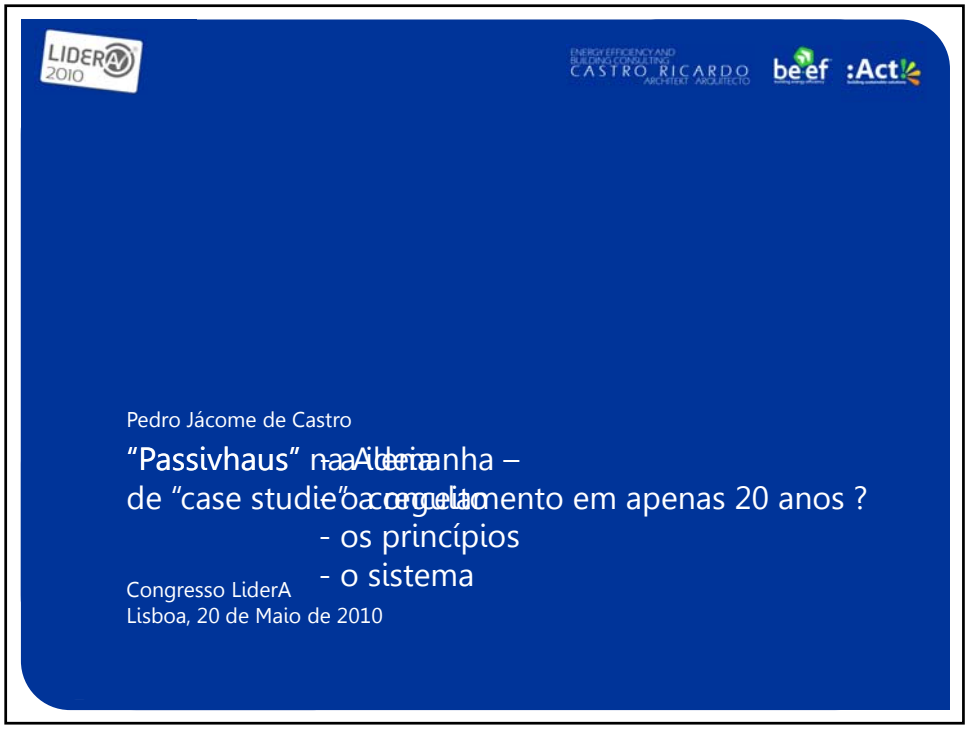

LIDERA 2010
ENERGY EFFICIENCY AND BUILDING CONSULTING
CASTRO RICARDO ARCHITEKT ARQUITECTO
be ef
:Act
Pedro Jácome de Castro
"Passivhaus" na Alemanha –
de "case studie" a regulamento em apenas 20 anos ?
Congresso LiderA
Lisboa, 20 de Maio de 2010


LIDERA 2010
ENERGY EFFICIENCY AND BUILDING CONSULTING
CASTRO RICARDO ARCHITEKT ARQUITECTO
be ef
:Act
Pedro Jácome de Castro
"Passivhaus" na Alemanha –
de "case studie" a regulamento em apenas 20 anos ?
- os princípios
- o sistema
Congresso LiderA
Lisboa, 20 de Maio de 2010

"Passivhaus" – a ideia

Em 1988 o Prof. Adamson e o Prof. Feist iniciaram o projecto de investigação "Passivhaus", o qual resultou na construção em 1991 de um edifício de habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, na Alemanha.

Prof. Bo Adamson

Prof. Wolfgang Feist

"Passivhaus" – a ideia

Em 1988 o Prof. Adamson e o Prof. Feist iniciaram o projecto de investigação "Passivhaus", o qual resultou na construção em 1991 de um edifício de habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, na Alemanha.

"Passivhaus" – a ideia

Em 1988 o Prof. Adamson e o Prof. Feist iniciaram o projecto de investigação "Passivhaus", o qual resultou na construção em 1991 de um edifício de habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, na Alemanha.

"Passivhaus" – a ideia

Em 1988 o Prof. Adamson e o Prof. Feist iniciaram o projecto de investigação "Passivhaus", o qual resultou na construção em 1991 de um edifício de habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, na Alemanha.

"Passivhaus" – a ideia

Em 1988 o Prof. Adamson e o Prof. Feist iniciaram o projecto de investigação "Passivhaus", o qual resultou na construção em 1991 de um edifício de habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, na Alemanha.

"Passivhaus" – a ideia

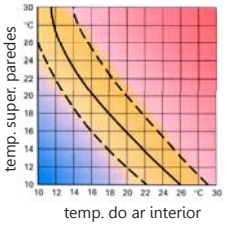
Em 1988 o Prof. Adamson e o Prof. Feist iniciaram o projecto de investigação "Passivhaus", o qual resultou na construção em 1991 de um edifício de habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, na Alemanha.

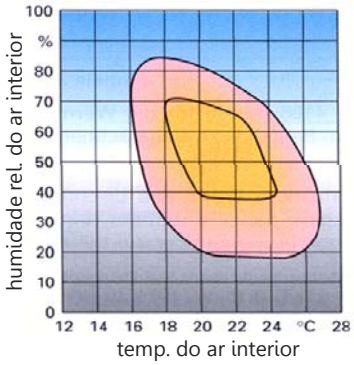
"Passivhaus" – o conceito

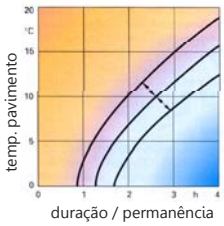
Existem diversos parâmetros fisiológicos, ambientais e psico-sociais que contribuem para a sensação de conforto. A sensação de conforto, em condições semelhantes, varia de individuo para individuo. Existem condições normalizadas de conforto térmico, quantificadas com base em análises que envolveram milhares de pessoas.

"Passivhaus" – o conceito

Em condições normalizadas de conforto térmico foi estabelecido, entre outros, que a temperatura do ar interior no Inverno se deve situar entre os 20°C e 24°C, e no Verão entre os 23°C e 26°C. Estes intervalos são menos rígidos em modelos de conforto adaptativo, os quais tomam em consideração a capacidade dos indivíduos em se adaptarem progressivamente às mudanças climáticas sazonais.

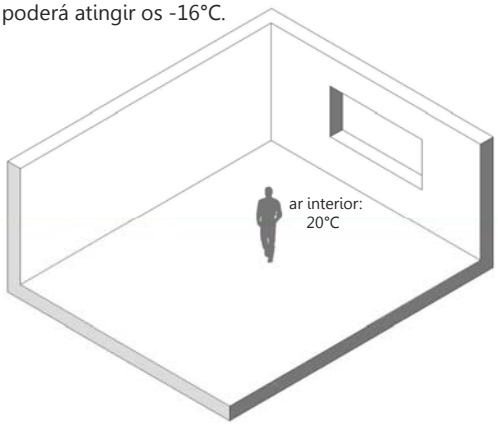






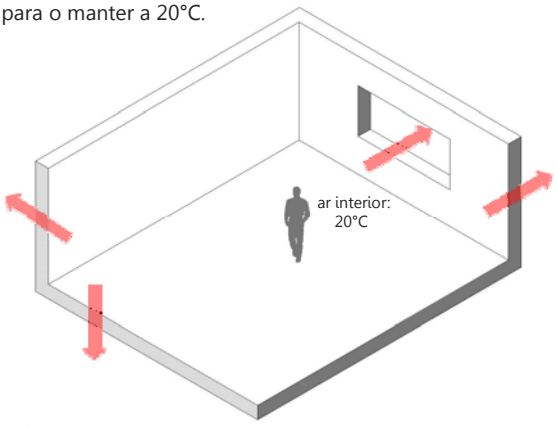
"Passivhaus" – o conceito

Na Alemanha as necessidades de climatização em edifícios de habitação incidem unicamente no Inverno. Para uma "Passivhaus" estabeleceu-se que a temperatura média na estação de aquecimento seria de 20°C. A média das temperaturas mínimas do ar exterior poderá atingir os -16°C.



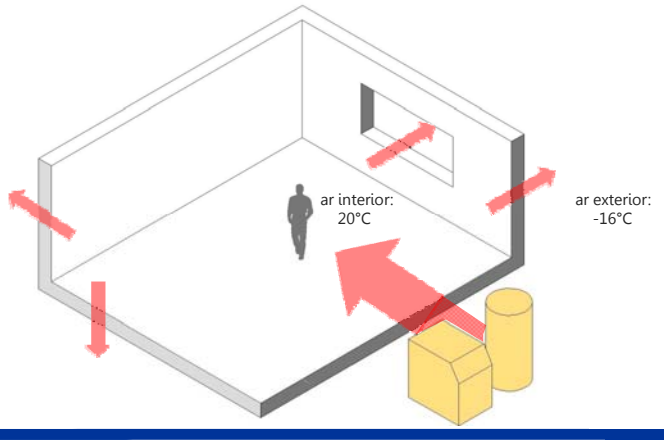
"Passivhaus" – o conceito

As perdas térmicas que ocorrem pelos elementos construtivos e pela ventilação deverão ser compensadas, de modo a manter a temperatura do ar interior constante. Quanto mais baixa é a temperatura exterior, mais energia será necessário introduzir no interior para o manter a 20°C.



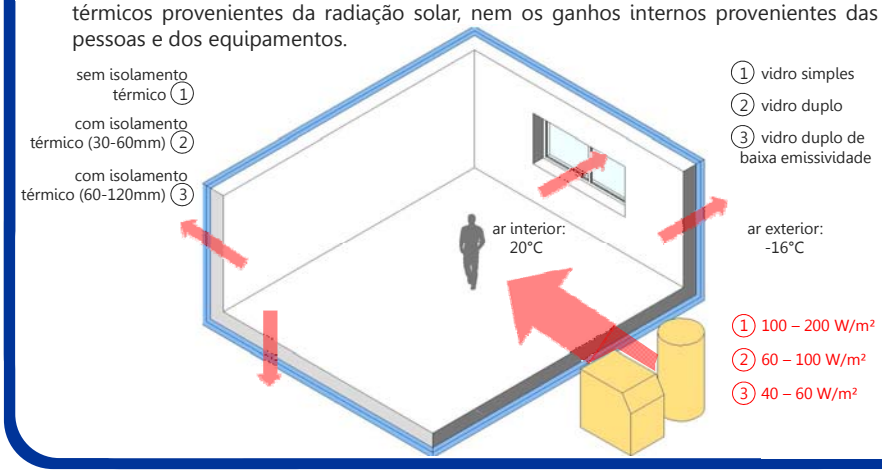
"Passivhaus" – o conceito

Convencionalmente, o calor é produzido por uma caldeira com queimador, com ou sem acumulação de apoio, e bombeado para os espaços a aquecer utilizando como fluido térmico a água.



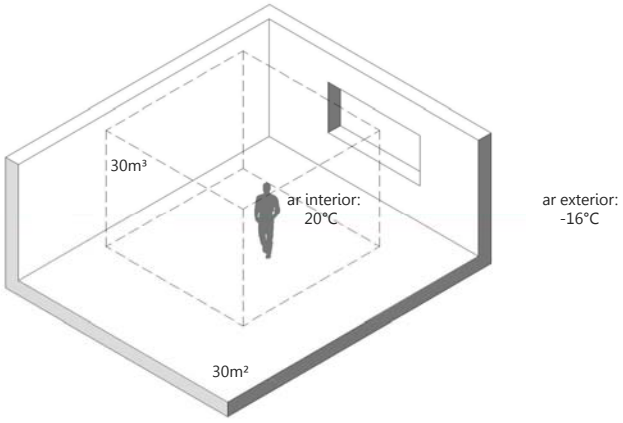
"Passivhaus" – o conceito

O dimensionamento do sistema de aquecimento é feito com base no cálculo da carga térmica para o dia mais frio do ano, sem ter em consideração nem os ganhos térmicos provenientes da radiação solar, nem os ganhos internos provenientes das pessoas e dos equipamentos.



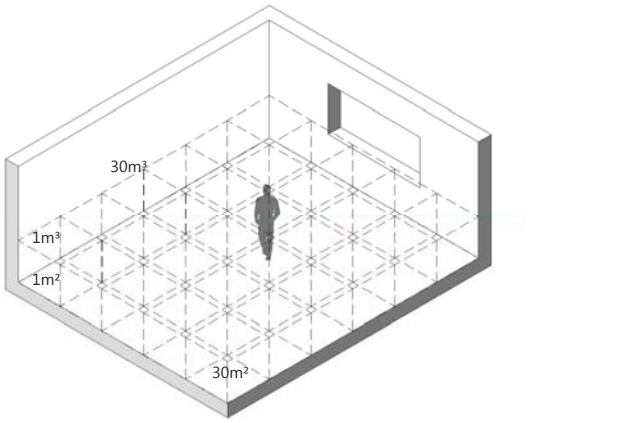
"Passivhaus" – o conceito

Em média na Alemanha, cada individuo tem à sua disposição para habitar uma área útil de pavimento de 30m². Um individuo, exercendo uma actividade de intensidade baixa a moderada, necessita de 30m³ de ar puro por hora.



"Passivhaus" – o conceito

O mesmo será dizer que, para manter as condições ideais de qualidade do ar interior dentro das habitações, será necessário em média insuflar 1m³ de ar puro por cada hora e por cada m² de área útil de pavimento.



"Passivhaus" – o conceito

O mesmo será dizer que, para manter as condições ideais de qualidade do ar interior dentro das habitações, será necessário em média insuflar 1m³ de ar puro por cada hora e por cada m² de área útil de pavimento.

Är det möjligt att fördela ett hus på ett konventionellt värmesystem?

JA !!!

Ist es möglich in einem Haus auf ein konventionelles Heizungssystem zu verzichten?

JA !!!

1m³

1m²

"Será possível fornecer toda a energia necessária para o aquecimento interior de uma habitação, utilizando para tal unicamente o ar puro insuflado?

Prof. Bo Adamson

Prof. Wolfgang Feist

"Passivhaus" – o conceito

Os sistemas convencionais de aquecimento utilizam como fluido térmico a água. Devido ao seu calor especifico, a água tem uma capacidade muto superior de armazenar energia, por unidade de volume e unidade de temperatura, do que o ar.

Calor especifico do ar:
0,3346 Wh/(m³.K)

x 1 metro cúbico
x 1 Kelvin
=
0,3346 Wh

1m³

1m²

Calor especifico da água:
1163 Wh/(m³.K)

x 1 metro cúbico
x 1 Kelvin
=
1163 Wh

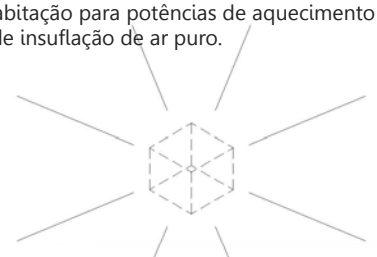
Se necessitássemos fornecer a um determinado espaço 1163 Wh de energia por intermédio de insuflação de ar, alterando apenas uma das variáveis anteriores, teríamos:

3476 m³ . 1 K =**1163 Wh**

1 m³ . 3476 K =**1163 Wh**

"Passivhaus" – o conceito

Para fornecer toda a energia necessária para o aquecimento interior de uma habitação, utilizando para tal unicamente o ar puro insuflado, é necessário reduzir a carga térmica dessa habitação para potências de aquecimento que sejam compatíveis com as necessidades de insuflação de ar puro.



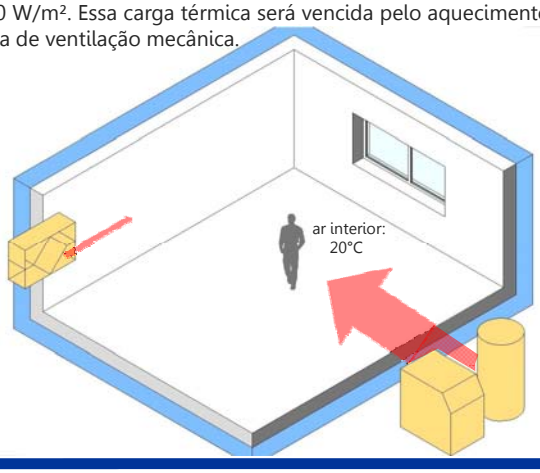
Este é o verdadeiro conceito da "Passivhaus":

0,3346 Wh/(m³.K) . 1 m³/(m².h) . 30 K = 10 W/m²

calor especifico do ar x volume de ar por unidade de área útil de pavimento e de tempo x diferença de temperatura entre ar aquecido e ar interior

"Passivhaus" – o conceito

Uma "Passivhaus" é um edifício que obedece às condições normalizadas de conforto térmico e de qualidade do ar interior, possuindo uma carga térmica de aquecimento inferior a 10 W/m². Essa carga térmica será vencida pelo aquecimento do ar insuflado pelo sistema de ventilação mecânica.



Passivhaus 10 W/m²

① 100 – 200 W/m²
② 60 – 100 W/m²
③ 40 – 60 W/m²

"Passivhaus" – os princípios

Com base no edifício de habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, foi possível analisar na prática e exequibilidade do conceito desenvolvido, aplicando princípios chave com vista a garantir uma carga térmica inferior aos 10 W/m².

"Passivhaus" – os princípios

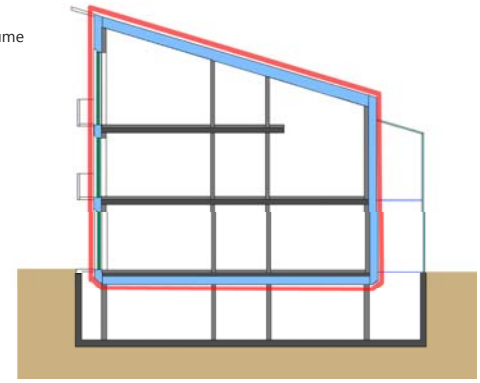
Com base no edifício de habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, foi possível analisar na prática e exequibilidade do conceito desenvolvido, aplicando princípios chave com vista a garantir uma carga térmica inferior aos 10 W/m².

"Passivhaus" – os princípios

Desenho passivo: optimização da fachada e forma

Com base no edifício habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, foi possível analisar na prática e exequibilidade do conceito desenvolvido, aplicando medidas construtivas com vista a garantir uma carga térmica inferior aos 10 W/m².

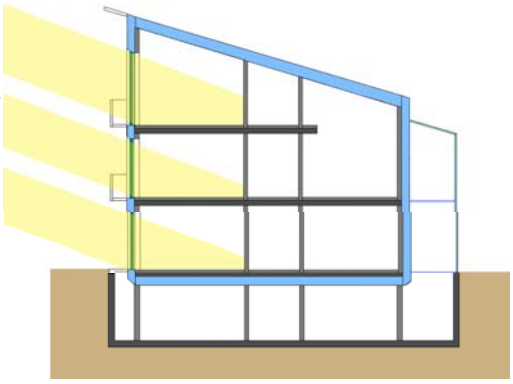
- A relação entre a envolvente térmica do edifício e o seu volume aquecido deve ser reduzido.



"Passivhaus" – os princípios

Desenho passivo: promover os ganhos solares

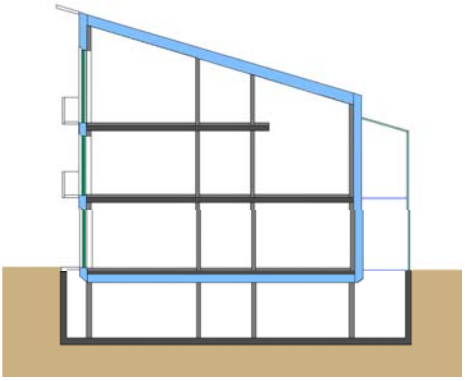
- Área envidraçada preponderantemente orientada a Sul;
-Espaços de permanência orientados a Sul e espaços de serviço orientados a Norte;
-Fachada Sul ampla, fachada Norte reduzida.

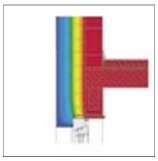


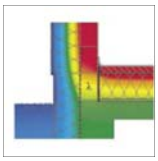
"Passivhaus" – os princípios

Desenho passivo: restringir as perdas térmicas pela condução

-Situar espaços não aquecidos na fachada Norte;
- Coeficiente de transmissão térmica das paredes, coberturas e pavimentos máximo U = 0,15 W/(m².K);
-Coeficiente de transmissão térmica de vãos envidraçados máximo Uw = 0,80 W/(m².K);
- Coeficiente de transmissão térmica linear máximo Ψ = 0,01 W/(m.K);



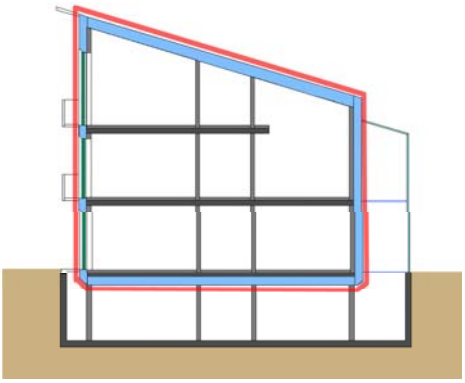




"Passivhaus" – os princípios

Ventilação: estanquidade e controlo

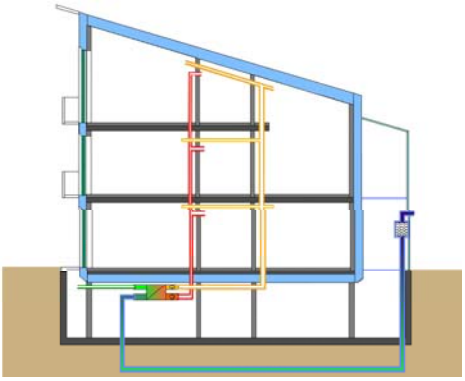
- A estanquidade do edifício deverá ser comprovada por intermédio de um teste de permeabilidade ou "blower-door test";
- Para um diferencial de pressão entre o interior e o exterior do edifício igual a 50Pa, o número de renovações horárias do ar interior deverá ser inferior a $0{,}6h^{-1}$.



"Passivhaus" – os princípios

Ventilação: pré-aquecimento e recuperação de calor

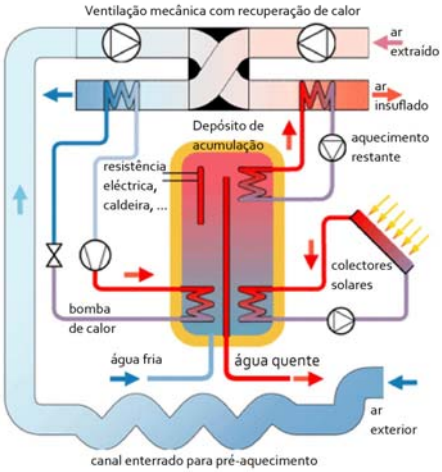
-É aconselhável o pré-aquecimento do ar exterior por intermédio de uma conduta enterrada com 30 a 40m de comprimento, a uma profundidade de pelo menos 1m;
- Deverá existir um sistema de ventilação mecânica, com extracção de ar viciado e insuflação de ar puro;
-Agregado ao sistema de ventilação mecânica deverá existir um permutador de calor de eficiência igual ou superior a 75%, que permita a recuperação de parte da energia transportada pelo ar extraído e a respectiva entrega ao ar insuflado.



"Passivhaus" – os princípios

Aquecimento restante e águas quentes sanitárias

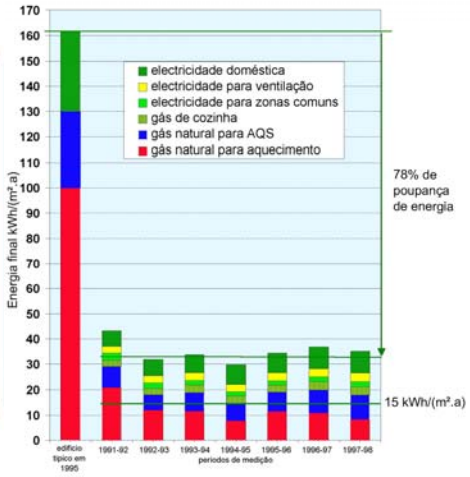
- O aquecimento restante do ar insuflado poderá ser feito centralmente ou por compartimento, recorrendo, por exemplo, a uma resistência eléctrica;
- O aquecimento poderá ser combinado com o sistema de preparação de águas quentes sanitárias;
-Não existem imposições ao tipo de sistemas utilizados, podendo-se recorrer a bomba de calor, caldeira de condensação a gás, caldeira a biomassa, colectores solares térmicos.



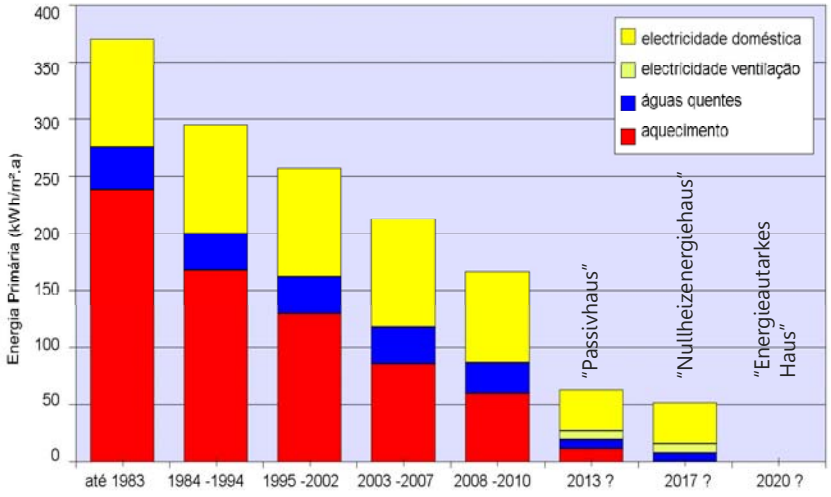
"Passivhaus" – os princípios

Necessidades de energia final de aquecimento

- O edifício de habitação piloto em Darmstadt Kranichstein, construído com base nos princípios atrás apresentado, foi monitorizado;
-Concluiu-se que para o clima alemão, uma "Passivhaus" teria necessidades de energia final para aquecimento inferiores a 15 kWh/(m².a);
-Este valor limite é erradamente confundido por muitos como sendo representativo do verdadeiro conceito da "Passivhaus".



"Passivhaus" – os princípios



"Passivhaus" – os princípios

Em 1996 foi criado em Darmstadt, na Alemanha, o "Passivhaus Institut", dirigido pelo Prof. Wolfgang Feist, com o objectivo de dar apoio a promotores, arquitectos e engenheiros de climatização na concepção de edifícios "Passivhaus".

O "Passivhaus Institut" dedica-se também à gestão de todo um sistema de certificação, que envolve a certificação de produtos, projectistas e edifícios.

Com base na experiência adquirida foram estabelecidos requisitos base para o desempenho de uma "Passivhaus":

Necessidades de energia final de aquecimento	max. 15 kWh/(m².a)
Carga térmica de aquecimento	max. 10 W/m²
Necessidades totais de energia primária incl. todos os consumos domésticos	max. 120 kWh/(m².a)
Teste de premeabilidade („blower-door test") n50	max. 0,6 h^{-1}

Prof. Wolfgang Feist

"Passivhaus" – o sistema

Em 1996 foi criado em Darmstadt, na Alemanha, o "Passivhaus Institut", dirigido pelo Prof. Wolfgang Feist, com o objectivo de dar apoio a promotores, arquitectos e engenheiros de climatização na concepção de edifícios "Passivhaus".

Os requisitos deverão ser calculados recorrendo a uma ferramenta de cálculo desenvolvida pelo "Passivhaus Institut". Essa ferramenta, a PHPP, recorre a normas alemãs e internacionais, bem como a dados empíricos calibrados e integrados pelo próprio instituto.

Necessidades de energia final de aquecimento	max. 15 kWh/(m².a)
Carga térmica de aquecimento	max. 10 W/m²
Necessidades totais de energia primária incl. todos os consumos domésticos	max. 120 kWh/(m².a)
Teste de premeabilidade („blower-door test") n50	max. 0,6 h^{-1}

Prof. Wolfgang Feist

"Passivhaus" – o sistema

O "Passivhaus Institut" encontra-se envolvido em diversos projectos internacionais, nomeadamente:

CEPHEUS-Projekt (Cost Efficient Passive Houses as European Standards)

PEP (Promotion of European Passive Houses)

Passive On (promote Passive Houses and the Passivhaus Standard in warm climates)

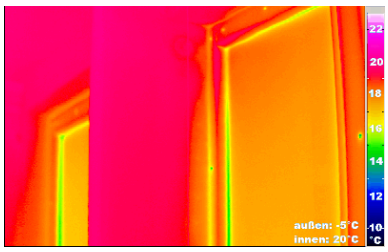
IEA Tasks 28 (Sustainable Solar Housing)

IEA Tasks 37 (Advanced Building Renovation)

Prof. Wolfgang Feist

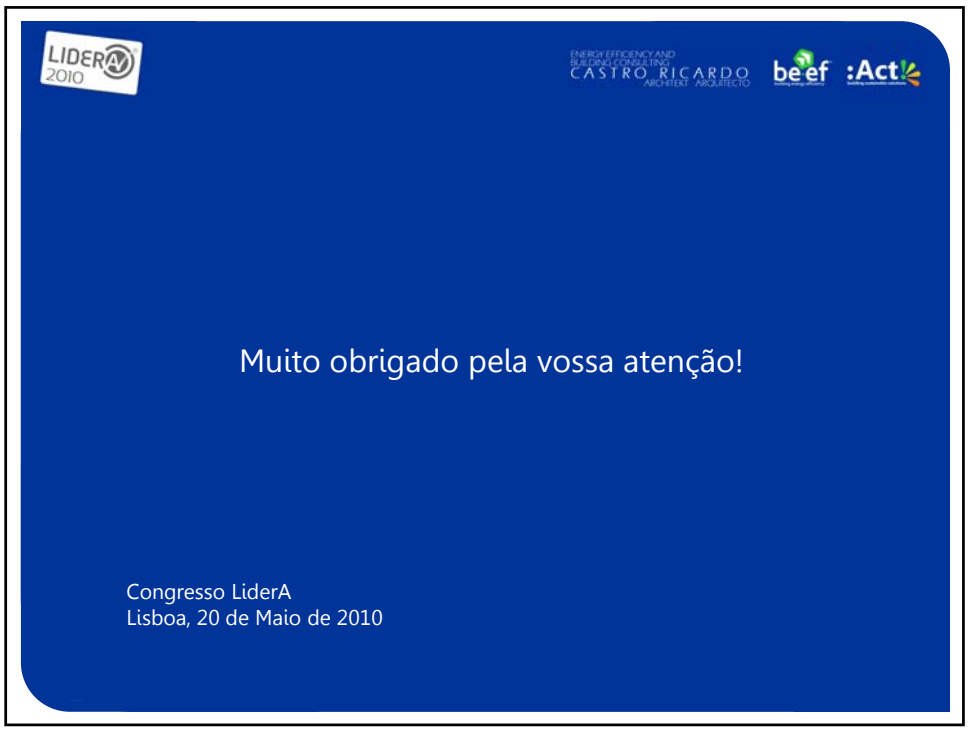
"Passivhaus" – o sistema

Prof. Bo Adamson



"Sim, é possível a construção de um edifício de elevado desempenho energético, que respeite as condições normalizadas de conforto térmico e de qualidade do ar interior, que seja economicamente viável e que utilize os recursos naturais de uma forma responsável?"

Prof. Wolfgang Feist


LIDERA 2010
ENERGY EFFICIENCY AND BUILDING CONSULTING
CASTRO RICARDO
ARCHITEKT · ARQUITECTO
be.ef
:Act!
Muito obrigado pela vossa atenção!
Congresso LiderA
Lisboa, 20 de Maio de 2010