



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO NORTE

1º SEMINÁRIO DE ENGENHARIA

NO NORDESTE TRANSMONTANO

Passive House – Metodologias para conforto térmico e a sua implementação em Portugal

Arquiteta Rita Pereira
Certified Passive House Designer





ÍNDICE

- A REDE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL
- ENQUADRAMENTO DAS NECESSIDADES
- O CONCEITO PASSIVE HOUSE
- IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO
- SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NA PASSIVE HOUSE
- EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSES EM PORTUGAL



A REDE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

Foi definida uma estratégia conjunta entre a **Homegrid** e o **Passivhaus Institut** para a implementação e desenvolvimento do conceito **Passivhaus** em Portugal:

- 1 – Construção do primeiro edifício certificado
- 2 – Monitorização do seu desempenho
- 3 – Criação da **Associação Passivhaus Portugal - PHPT**



A REDE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

Fundada em Novembro de 2012, a Associação Passivhaus Portugal tem como objectivos gerais:

- **Disseminar** (promover e desenvolver) o conceito **Passive House** em Portugal
- **Definir** um **caminho credível** que contribua para a **independência energética** e sustentabilidade de Portugal

A REDE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

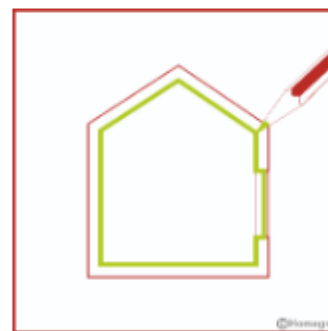


A REDE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

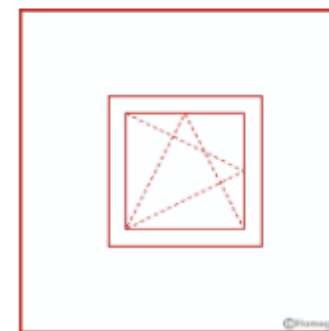
A rede Passive House Portugal conta já com mais de 70 soluções de parceiros



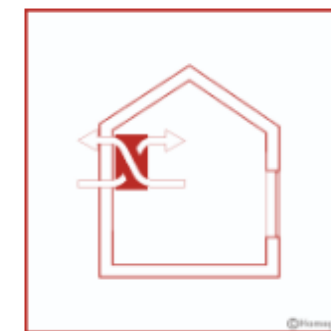
Envolvente opaca



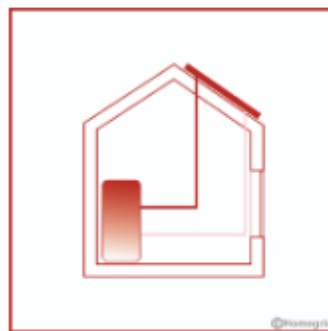
Estanquidade ao ar



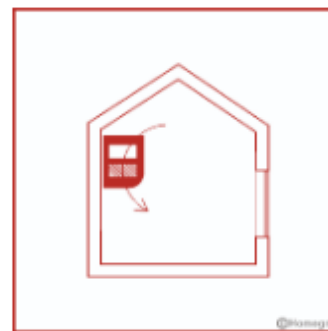
Janelas e sombreamento



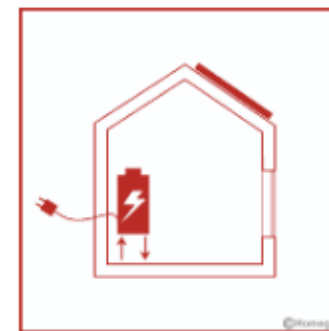
Ventilação com RC



AQS e eficiência hídrica



Aquecimento e arrefecimento



Renováveis, baterias e carregamento



Construção

A REDE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL



311 formandos desde 2013



Destinatários: Pessoas ligadas ao sector da construção e gestão de edifícios (técnicos, instaladores, comerciais, arquitetos, engenheiros e engenheiros técnicos civis, engenheiros mecânicos, docentes...)

Objectivos: Implementar soluções Passive House; compreender a importância do desempenho da envolvente do edifício; compreender a importância da ventilação e de sistemas eficientes.

A REDE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL



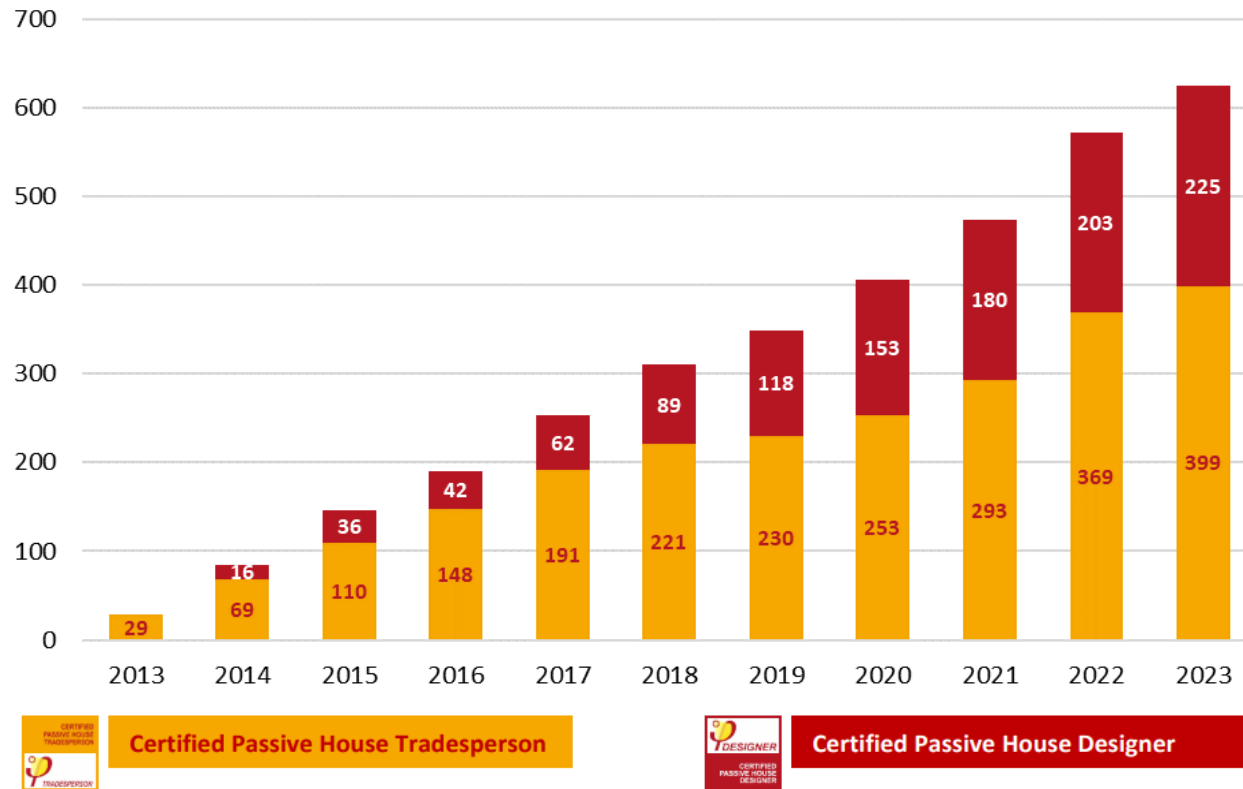
197 formandos desde 2014



Destinatários: Consultores e projetistas (arquitetos, engenheiros e engenheiros técnicos civis, engenheiros mecânicos, peritos qualificados...)

Objectivos: Implementar soluções Passive House; projetar edifícios Passive House e NZEB e utilizar a ferramenta PHPP

A REDE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL



Actualmente são mais de **600** os formandos dos cursos oficiais Passive House em Portugal.



A REDE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL



Seminários e workshops

69 eventos
4000 pessoas
desde 2013




Conferências Passive House



10 edições
Mais de 3100 participantes

ENQUADRAMENTO DAS NECESSIDADES

Portugal é o 5.º país da EU com maior risco de pobreza energética
(fonte: Comissão Europeia)



A exposição à humidade e bolor na habitação é de mais de 30% em Portugal e de 16% na EU.
(fonte: Eurostat)

ENQUADRAMENTO DAS NECESSIDADES



43% da população portuguesa não tem capacidade de ter as casas aquecidas no inverno
(fonte: BPIE, 2014)



ENQUADRAMENTO DAS NECESSIDADES

Os edifícios são responsáveis pelo consumo de **40% de toda a energia primária** na Europa, e representam cerca de **36% de todas as emissões de CO2** da União Europeia, continuando com uma grande dependência dos combustíveis fósseis.

ENQUADRAMENTO DAS NECESSIDADES

Só em Portugal estima-se que **30% do consumo de energia** seja referente ao consumo dos edifícios, sendo **18% em edifícios residenciais** e **12% em edifícios de serviços**.





ENQUADRAMENTO DAS NECESSIDADES

Isto deve-se essencialmente pela fraca qualidade dos sistemas construtivos utilizados e por projetos mal otimizados, resultando em:

- **Casas muito frias no Inverno e muito quentes no Verão**
- **Níveis inadequados de humidade interior e bolores**
- **Má qualidade do ar interior**
- **Desconforto acústico revelando uma elevada exposição ao ruído exterior**

ENQUADRAMENTO DAS NECESSIDADES

Caracterização do edificado em Portugal

Condensação e Bolores

Baixas temperaturas superficiais
Elevada Humidade relativa

Isolamento Térmico
Ventilação adequada



Baixo Conforto Térmico

Grandes diferenças de temperatura
Correntes de ar

Isolamento Térmico
Estanquidade ao ar



Má qualidade do Ar interior

Insuficiente renovação de ar interior
ou com sistemas falíveis e com
baixa regularidade

Ventilação adequada

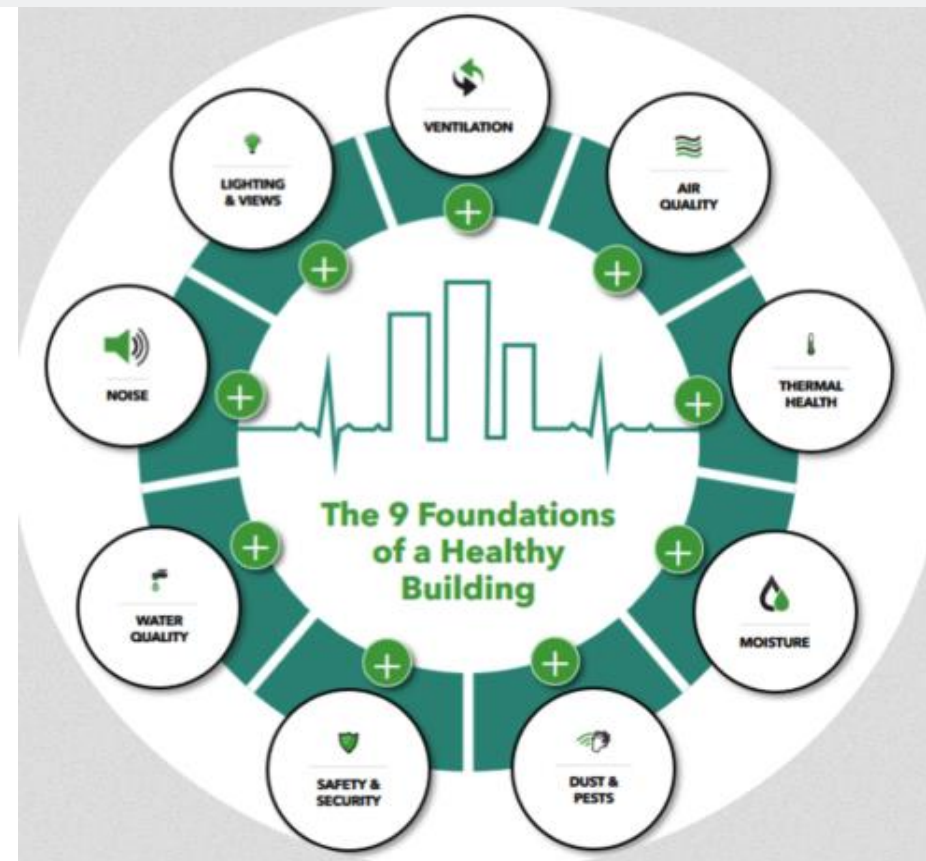


CAUSAS

SOLUÇÃO

ENQUADRAMENTO DAS NECESSIDADES

- 1- Ventilação
- 2- Qualidade do Ar Interior
- 3- Conforto Térmico
- 4- Qualidade da Água
- 5- Humidade
- 6- Poeiras e Pragas
- 7- Acústica
- 8- Iluminação e vistas
- 9- Segurança e Protecção



ENQUADRAMENTO DAS NECESSIDADES

SOLUÇÃO: Fazer a transição do parque edificado para níveis de desempenho Passive House, assegurando de forma permanente:



- Qualidade do ar interior
- Conforto térmico
- Ausência de patologias
- Conforto acústico
- Eficiência energética

O CONCEITO PASSIVE HOUSE

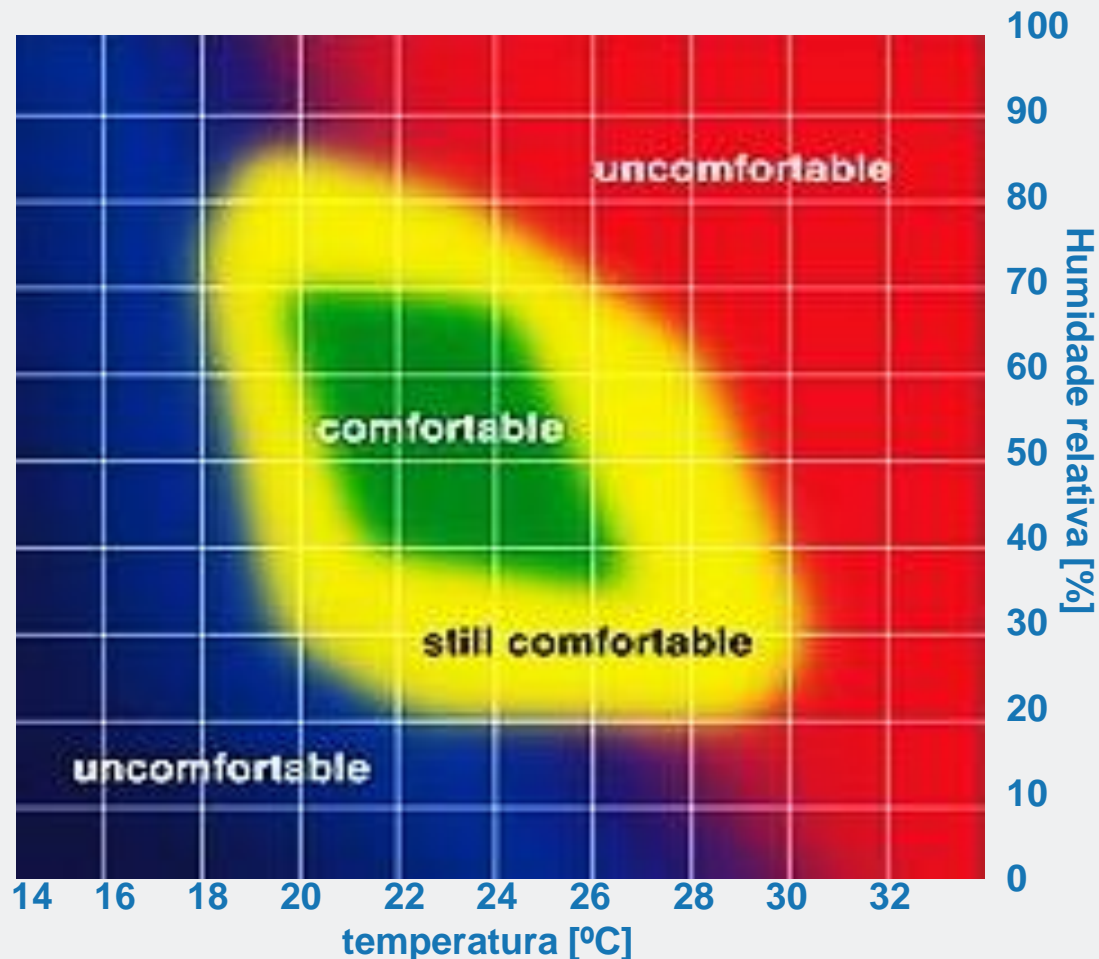


O CONCEITO PASSIVE HOUSE

REQUISITOS PARA CERTIFICAÇÃO

Aquecimento	ou necessidades anuais $< 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ necessidades em pico $< 10 \text{ W}/\text{m}^2$
Arrefecimento	ou necessidades anuais $< 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ + <i>desumidif.</i> necessidades em pico $< 10 \text{ W}/\text{m}^2$
Energia primária	ou PE $< 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ PER $< 60 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Estanquidade ao ar	resultado <i>blower door test</i> (n50) $< 0,6 \text{ rph}$
Conforto térmico	e Temperatura entre 20 e 25 °C excesso de temperatura $< 10\%$ do tempo;

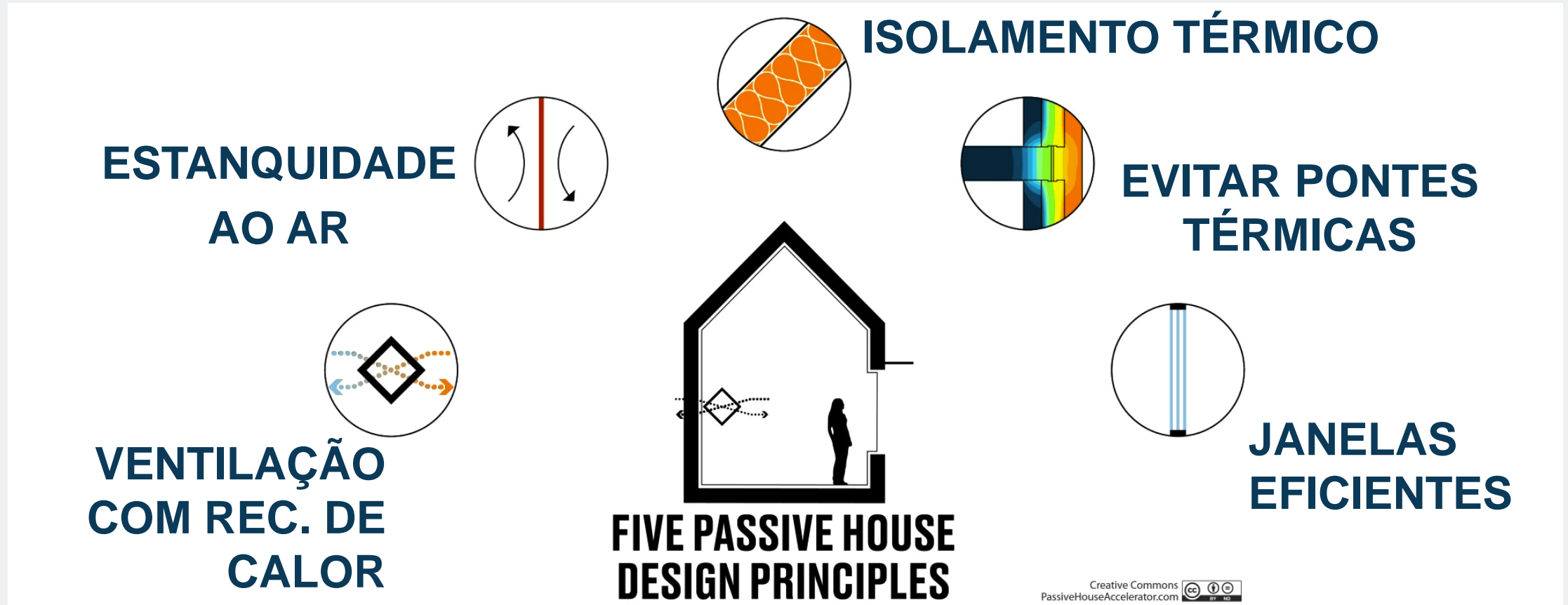
O CONCEITO PASSIVE HOUSE



Conforto térmico e qualidade do ar interior

- Temperatura entre 20°C e 25°C
- ✓ **assimetria de temperatura radiante < 4,2°C**
- ✓ **estratificação de temperatura < 2°C**
- De acordo com a ASHRAE Standard 55**
- Humidade relativa entre 30% e 70% (ideal 40% e 60%)
- Concentração máxima de CO2 de 1000 ppm
- Taxa mínima de renovação de ar efetiva de 0,5 rph

O CONCEITO PASSIVE HOUSE



IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO

Preocupações a ter no Projeto de Arquitetura

- ➔ ORIENTAÇÃO SOLAR
- ➔ OPTIMIZAÇÃO DE ÁREAS E DISPOSIÇÃO INTERIOR
- ➔ SOMBREAMENTOS NOS VÃOS EXTERIORES ADEQUADOS
- ➔ EVITAR ELEMENTOS QUE INTERSECTEM A ENVOLVENTE TÉRMICA (PONTES TÉRMICAS)
- ➔ SOLUÇÕES MAIS SUSTENTÁVEIS E ACESSÍVEIS
- ➔ COMPACIDADE DO EDIFÍCIO



IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO

Specific building characteristics with reference to the treated floor area						
				Criteria	Alternative criteria	Fulfilled? ²
Space heating	Treated floor area m ²	178.4				
	Heating demand kWh/(m ² a)	13	≤	15	-	yes
	Heating load W/m ²	10	≤	-	10	yes
Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m ² a)	-	≤	-	-	-
	Cooling load W/m ²	-	≤	-	-	-
	Frequency of overheating (> 25 °C) %	3	≤	10		yes
	Frequency excessively high humidity (> 12 g/kg) %	11	≤	20		yes
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀ 1/h	0.4	≤	0.6		yes
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m ² a)	55	≤	-		-
Primary Energy Renewable (PER)	PER demand kWh/(m ² a)	31	≤	60	60	yes
	Generation of renewable energy kWh/(m ² a)	24	≥	-	-	

² Empty field: Data missing; '-': No requirement

I confirm that the values given herein have been determined following the PHPP methodology and based on the characteristic values of the building. The PHPP calculations are attached to this verification.

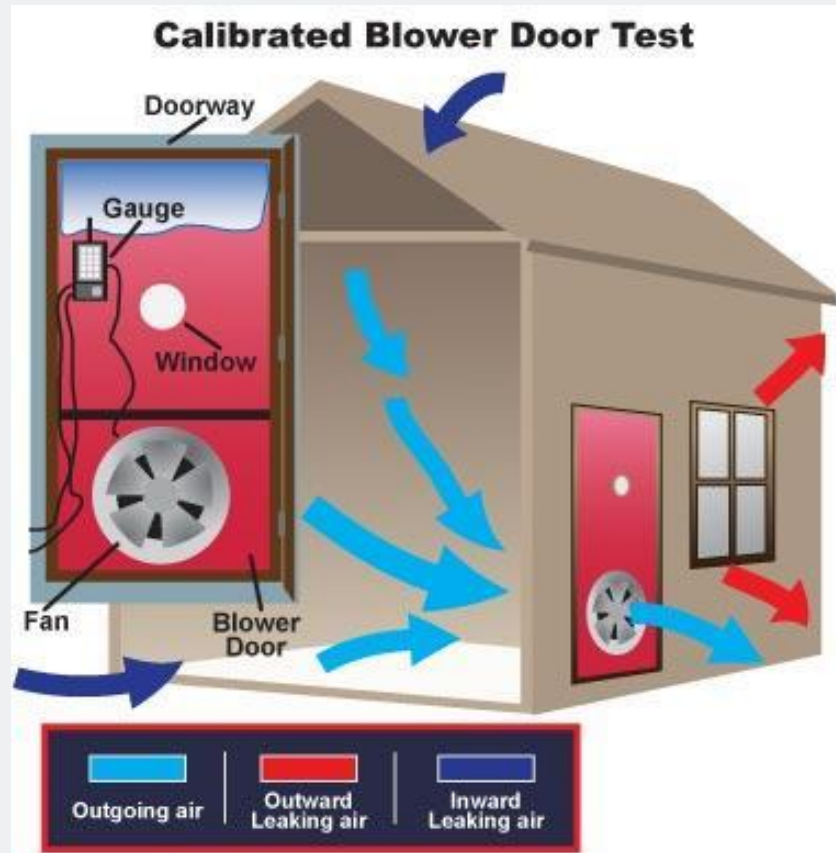
Passive House Classic? **yes**

Task: **2.Certifier** First name: **Susanne** Surname: **Theumer** Signature: _____

Certificate ID: _____ Issued on: **03/03/16** City: **Darmstadt**

Verificação dos requisitos no PHPP

IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO

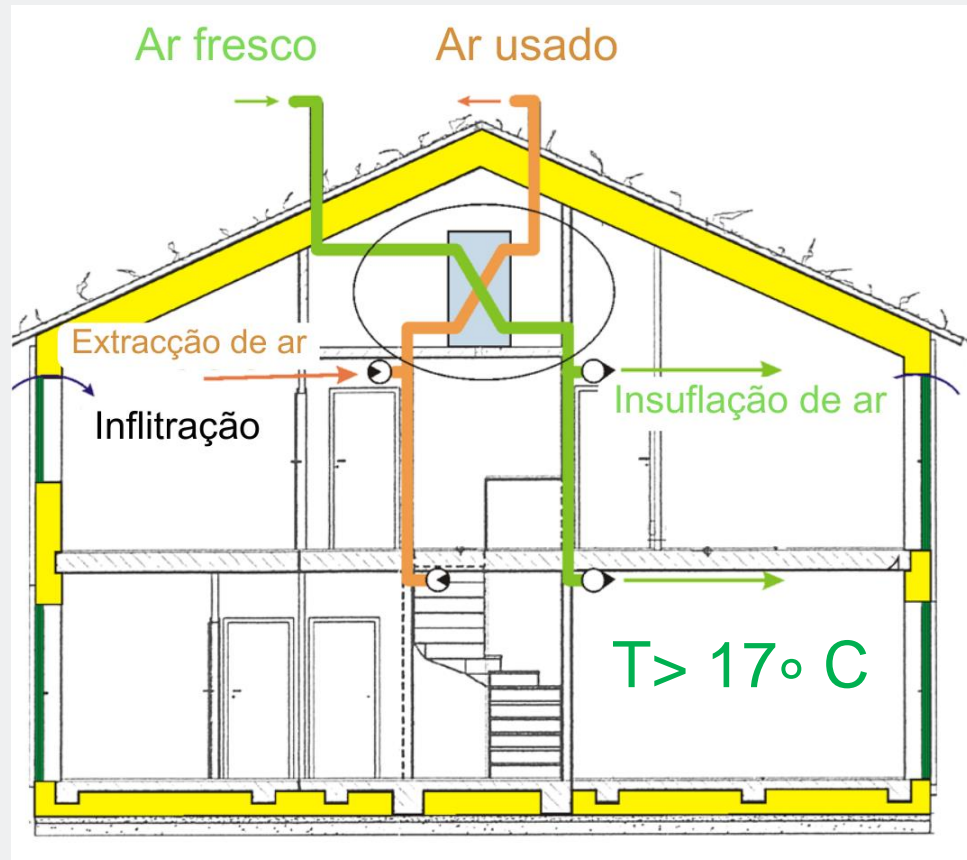


Teste de estanquidade ao ar

- Realização do **Blower Door Test**
- Identificação das **zonas de Infiltração**
 - recurso a máquina de fumo
 - recurso à inspeção termográfica
- Identificação de **medidas de melhoria**
- Verificação final do requisito exigido pela **Certificação Passive House**

$$N50 < 0,60 \text{ rph}$$

SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

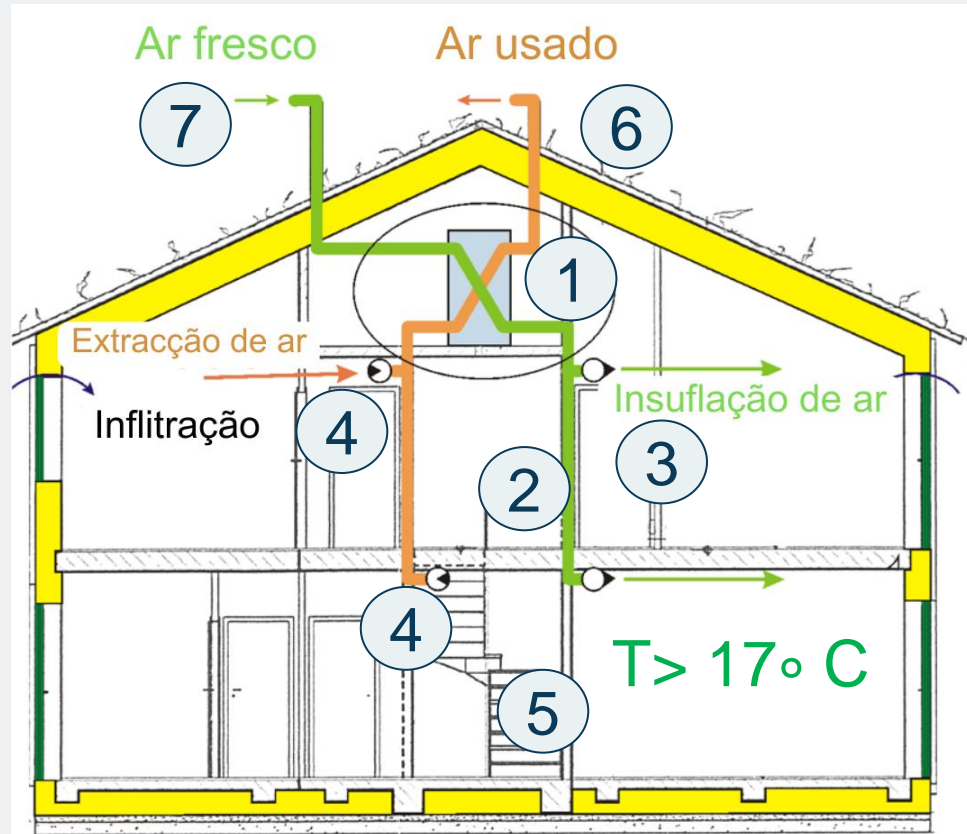


Sistema de Ventilação com recuperação de calor

Características:

- Localização centralizada da unidade de ventilação
- Insuflação e extracção de ar em condutas separadas

SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE



Componentes principais:

1. Unidade de ventilação com ventiladores, controlo, RC, filtros
2. Conduitas com atenuadores acústicos
3. Válvulas de insuflação de ar
4. Válvulas de extracção de ar
5. Fluxo dirigido através dos compartimentos interiores, aberturas de transferência nas portas internas
6. Saída do ar usado
7. Admissão do ar novo

SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

Eficiência da recuperação de calor

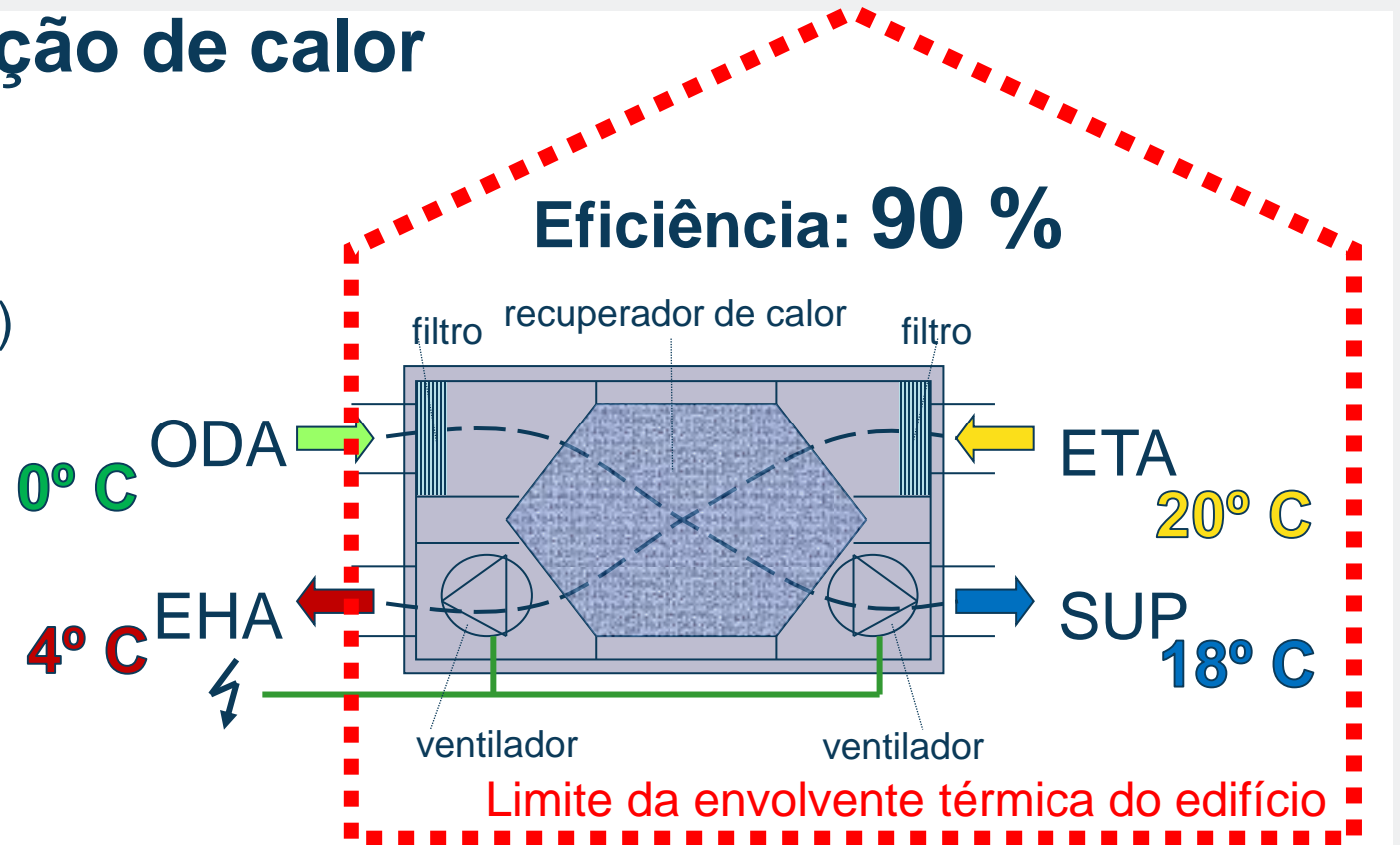
Legenda:

- ODA: outdoor air (ar novo)
- ← EHA: exhaust air (saída de ar)
- ← ETA: extract air (extracção)
- SUP: supply air (insuflação)

Valores aprox., considerando:

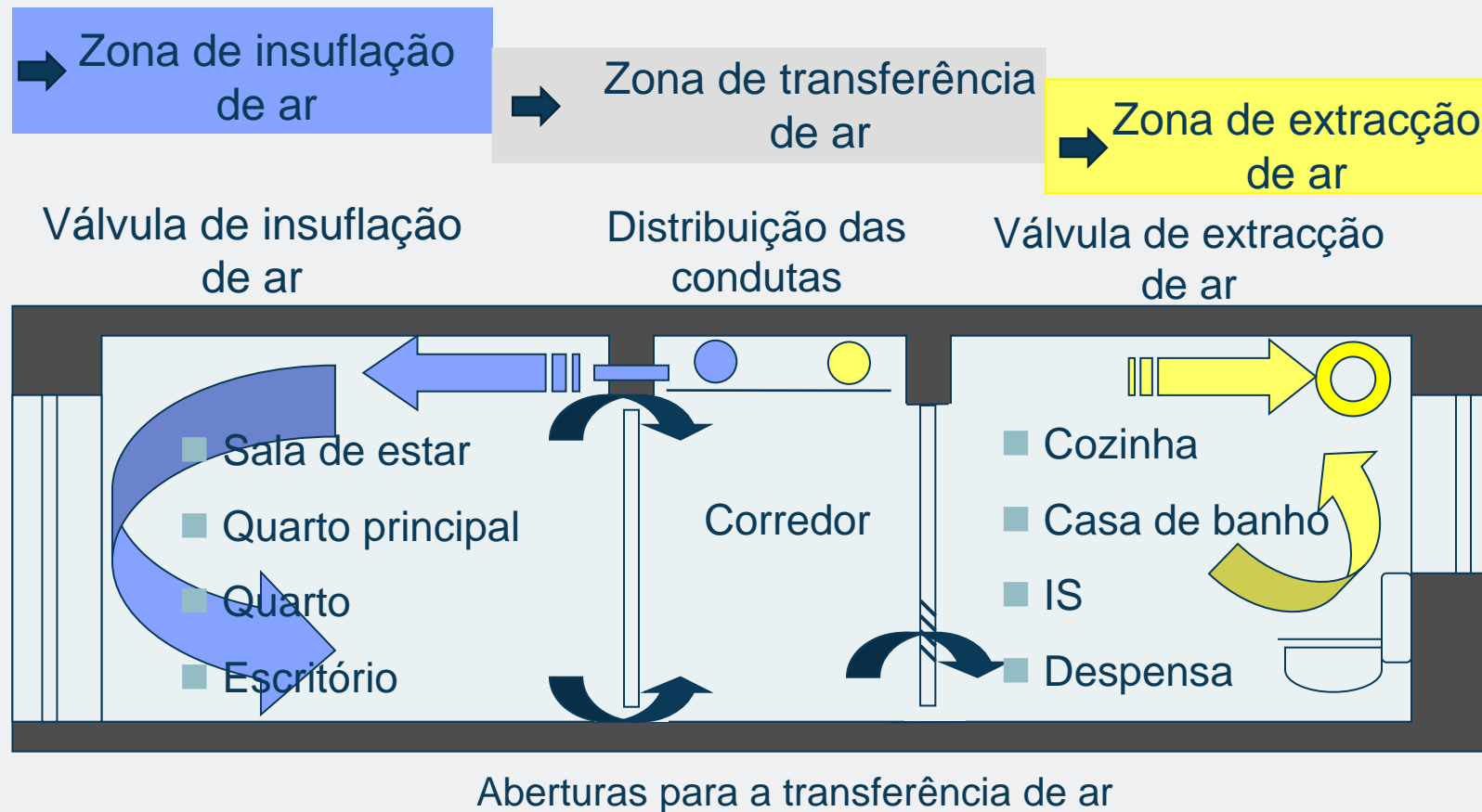
$$\eta_{HR} = \frac{g_{ETA} - g_{EHA} + P_{el} / (\dot{m}c_p)}{g_{ETA} - g_{ODA}}$$

densidade do ar: 1,19 kg/m³;
capacidade específica do ar: 0.33 Wh/(m³K);
caudal de ar: 120 m³/h



SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

Princípio da ventilação cruzada



SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

Posso abrir janelas numa Passive House?

Abrir janelas numa Passive House é obviamente possível:

- Para aceder e comunicar com exterior, quando e durante o tempo se quiser

... e é também importante:

- Para o arrefecimento passivo através da ventilação noturna no verão (em climas e condições em que seja vantajoso)
- Para compensar picos de carga excepcionais (número anormalmente elevado de ocupantes)

No entanto NÃO É NECESSÁRIO abrir janelas numa Passive house para ter a necessária e adequada renovação de ar dos compartimentos.



SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

- **Não importa como o calor é distribuído pelos compartimentos!**
Possibilidades: radiadores ou sistemas de aquecimento radiante (a localização da instalação é secundária), ventiloconvectores, ar condicionado, etc.
- **Carga de aquecimento muito baixa!**
A carga máxima de aquecimento de $10\text{W}/\text{m}^2$ é aprox. 3-6 vezes menor em comparação com a média dos novos edifícios.
- **Necessidades de arrefecimento muito baixas!**
Necessidades máximas de arrefecimento $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

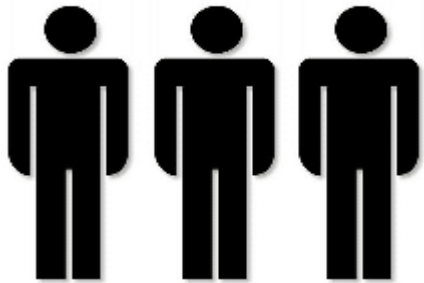
SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

- **Necessidades de aquecimento anuais extremamente baixas!**
Necessidade de aquecimento anuais $\leq 15\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Isto é 4-8 vezes menor quando comparado com a média dos novos edifícios.
- **Primazia das necessidades de aquecimento para AQS**
Necessidades de aquecimento para AQS entre $18\text{-}35\text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, são mais relevantes do que as necessidades de aquecimento ambiente - são necessários sistemas eficientes e económicos para a produção de água quente sanitária, que também cuidem do aquecimento.

SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

Necessidades de aquecimento

Uma sala (24m² área útil), com uma carga máxima de aquecimento de 240W



... convidar alguns amigos
para o aquecimento da casa!

3 x 80 W



SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

Necessidades de aquecimento

Uma sala (24m² área útil), com uma carga máxima de aquecimento de 240W



4 x 60 W



SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

Necessidades de aquecimento

Uma sala (24m² área útil), com uma carga máxima de aquecimento de 240W



8 x 30 W



SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

Necessidades de aquecimento

Uma casa (150m² área útil), com uma carga máxima de aquecimento de 1500W

1 x 1,5 kW



SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

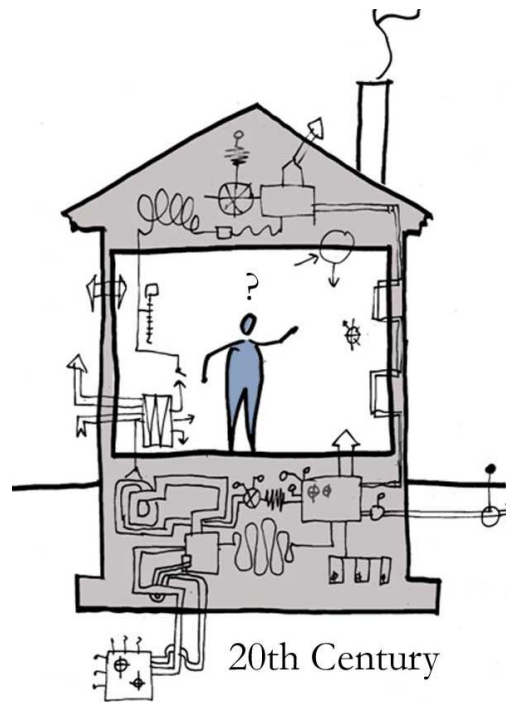
- **Primazia das necessidades de AQS**
- **Sistemas de aquecimento e arrefecimento adaptados ao local**
- **Projeto integrado:
envelope do edifício + sistemas e equipamentos**
- **Simplificar – Economizar**
- **... Convidar amigos para manter o edifício confortável!**

SISTEMAS E EQUIPAMENTOS NUMA PASSIVE HOUSE

A evolução dos edifícios (e dos sistemas de aquecimento)



19th Century



20th Century



21st Century

EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE

A primeira
Passive House
foi construída em
Darmstadt,
Alemanha, em
1991.



EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

As primeiras
Passive Houses
certificadas em
Portugal, Ílhavo
2012



EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL



EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

A primeira
Passive House
certificada no
sector do
Turismo, Costa
Nova
2015



EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL



EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

A primeira
reabilitação com
certificação
Passive House,
Ílhavo
2023



EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

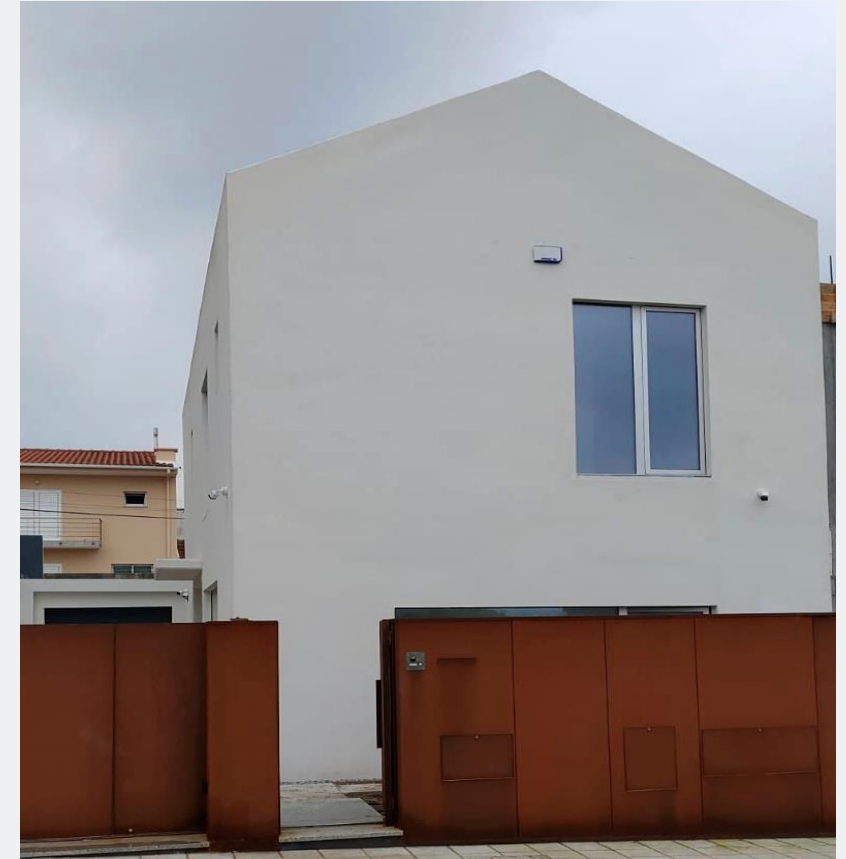


EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL



EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

A primeira
Passive House
certificada no
distrito do Porto
2019



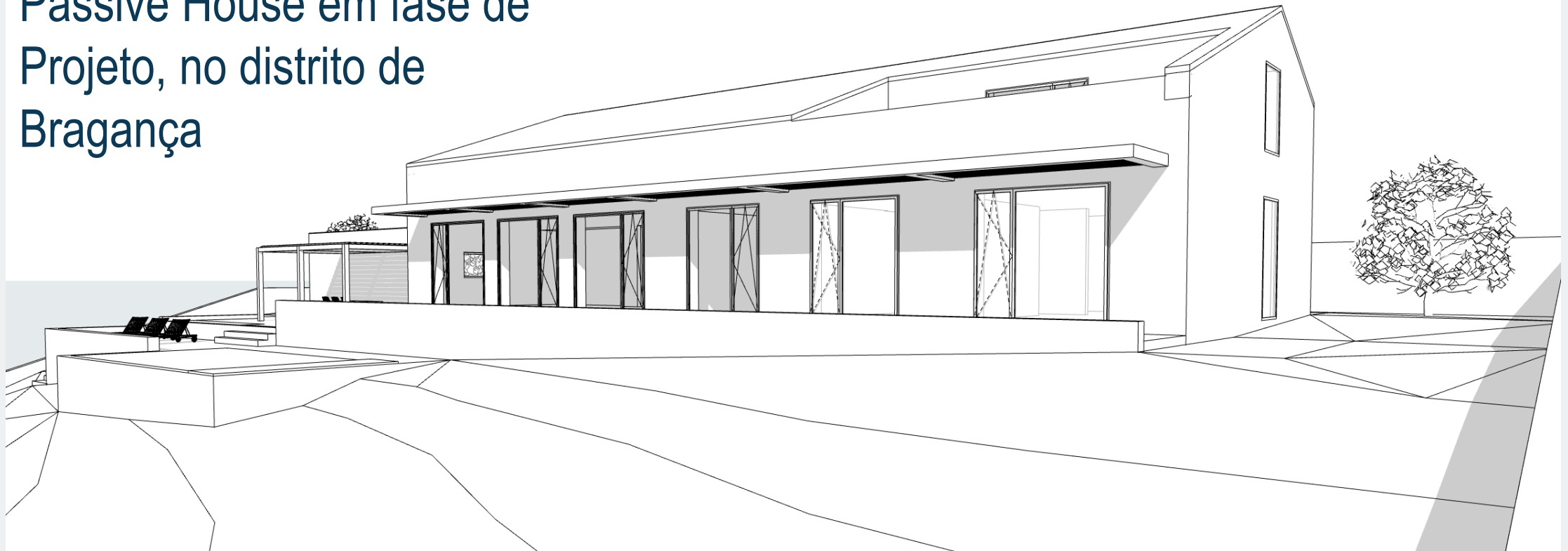
EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

A primeira
Passive House
certificada no
distrito de Lisboa
2022



EXEMPLOS DE PASSIVE HOUSE EM PORTUGAL

Passive House em fase de
Projeto, no distrito de
Bragança





**“THE BEST ENERGY IS LESS
ENERGY.”**

*Wolfgang Feist
Director do Passivhaus Institut*



OBRIGADA!

Rita Pereira | rita.pereira@raspstudio.pt

www.raspstudio.pt

www.passivhaus.pt



ORDEN
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO NORTE

HÁ **FUTURO** ONDE HÁ **ENGENHEIROS**®