

CASA PASSIVA®  
PassivHaus Zero-Energy  
Plataforma Portuguesa

# Casa Passiva – Uma abordagem construtiva



# ÍNDICE

- Associação PZE-PP/CASA PASSIVA
- Apresentação conceito CASA PASSIVA
- MODIKO PASSIVE HOUSE



decivil

universidade de aveiro  
departamento de engenharia civil



CASA PASSIVA®  
PassivHaus Zero-Energy  
Plataforma Portuguesa

# PASSIVE HOUSE

## ZERO ENERGIA

ASSOCIAÇÃO

CASA PASSIVA  
=  
PASSIVE HOUSE



MODIKO PH

# MISSÃO?



# PASSIVE HOUSE

## ZERO ENERGIA

ASSOCIAÇÃO

CASA PASSIVA  
=  
PASSIVE HOUSE

MODIKO PH

- **Divulgação**
- **Formação**
- **Investigação**
- **Prestação de serviços/Consultadoria**
- **Certificação**



ASSOCIAÇÃO

NET ZERO ENERGY BUILDINGS  
NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS

CASA PASSIVA  
=  
PASSIVE HOUSE

PASSIVE HOUSES

MODIKO PH

PORQUÊ?



# PASSIVE HOUSE

## ZERO ENERGIA

ASSOCIAÇÃO

**CASA PASSIVA**  
=  
**PASSIVE HOUSE**

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

Conjugação princípios passivos nZEB

Génese do NZEB (“Energy efficient house”, artº 2)

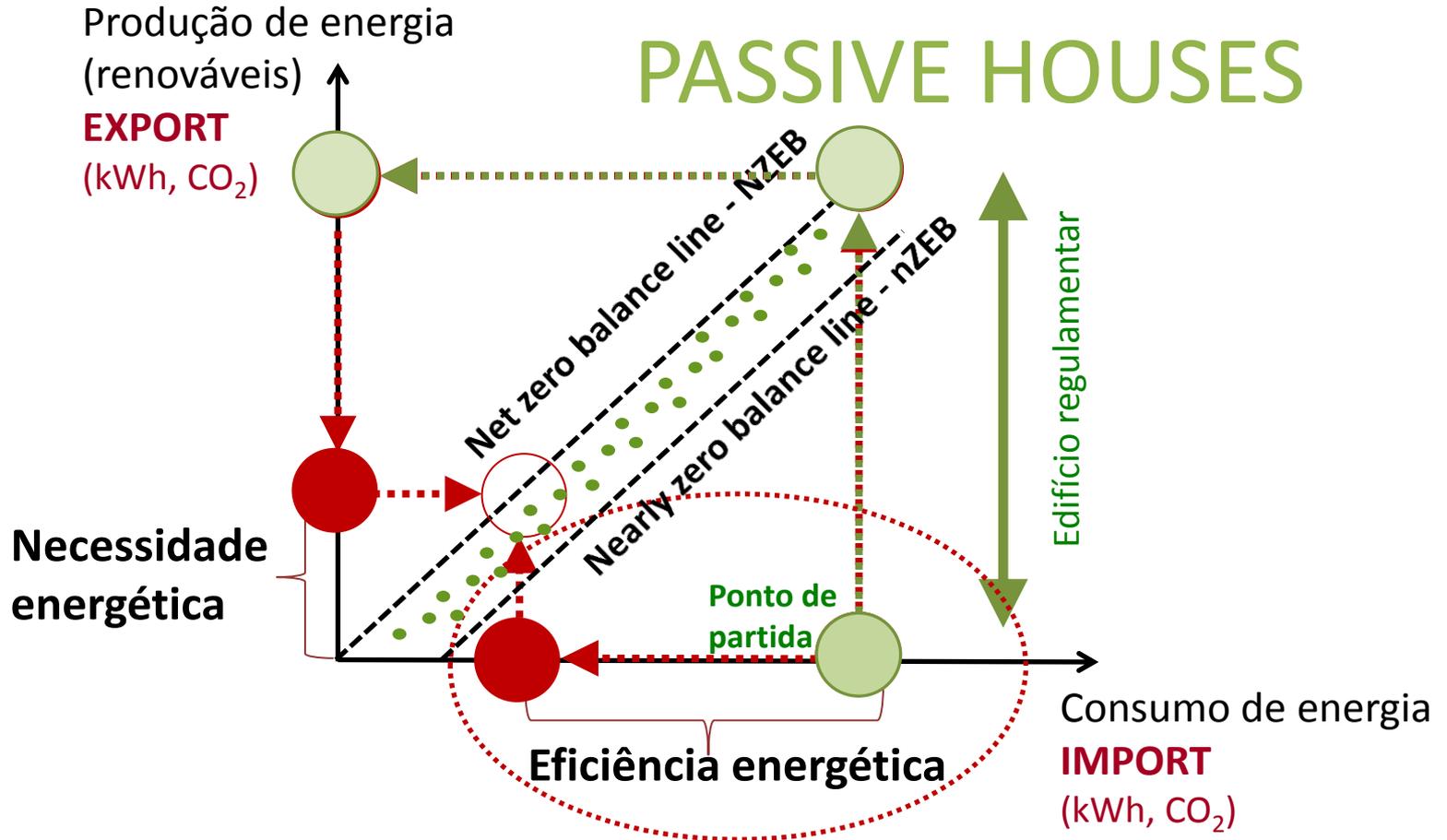
MODIKO PH



NET ZERO ENERGY BUILDINGS

NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS

# PASSIVE HOUSES



## Passive House



CASA PASSIVA  
=  
PASSIVE HOUSE

ASSOCIAÇÃO

MODIKO PH

NET ZERO ENERGY BUILDINGS  
NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS

PASSIVE HOUSES

O QUE SÃO?



# PASSIVE HOUSE

ASSOCIAÇÃO

CASA PASSIVA  
=  
PASSIVE HOUSE

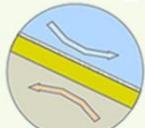
MODIKO PH

## Conforto térmico com:

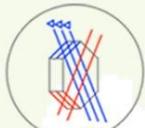
- Consumo mínimo de energia
- Elevada qualidade do ar interior
- Recurso a energias renováveis



ESTANQUIDADE



VENTILAÇÃO MECÂNICA



ENVIDRAÇADOS EFICIENTES



BOM ISOLAMENTO



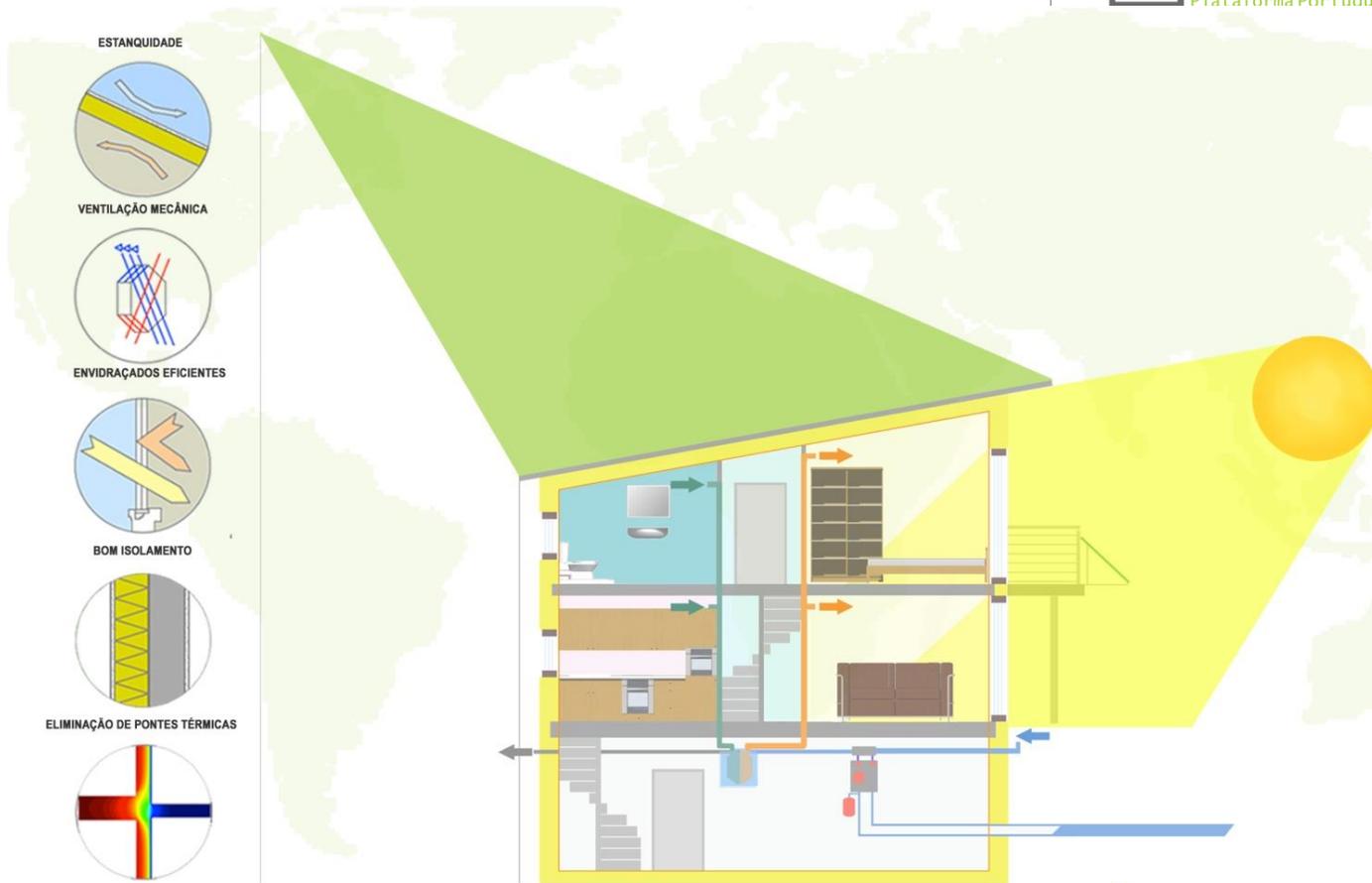
ELIMINAÇÃO DE PONTES TÉRMICAS



ASSOCIAÇÃO

CASA PASSIVA  
=  
PASSIVE HOUSE

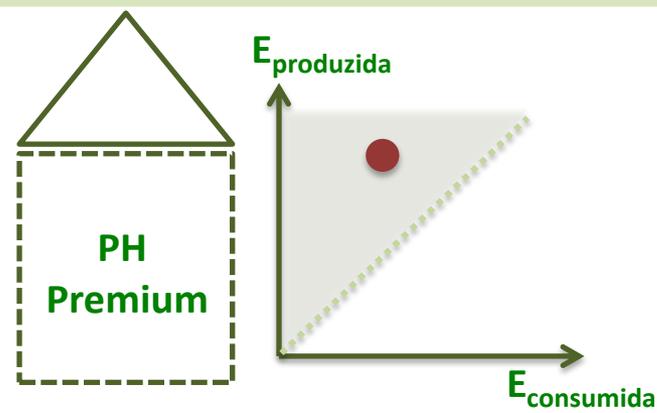
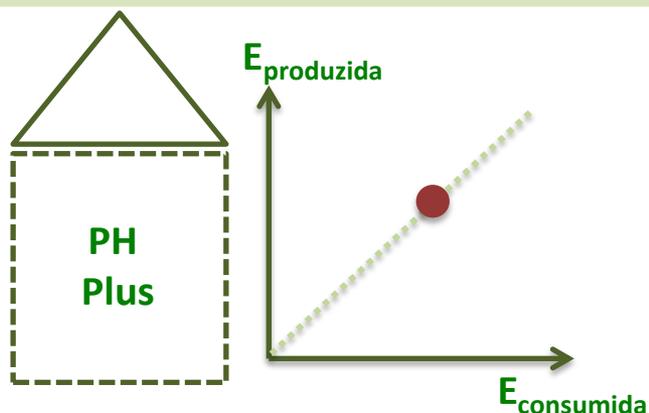
MODIKO PH



5 ou 7 PRINCÍPIOS



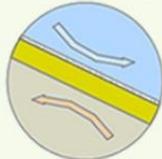
## Evolução do conceito ... Qual o caminho....





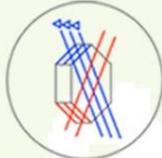
# Quais os critérios?

ESTANQUIDADE



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

VENTILAÇÃO MECÂNICA



Sistema ventilação  $\geq 75\%$  eficiência  
Consumo  $\leq 0,45 \text{ Wh/m}^3$

ENVIDRAÇADOS EFICIENTES



Vidro-triplo:  
 $U_g \leq 0,8 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$   
 $U_w \leq 0,85 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$   
 $g = 50\% - 55\%$

BOM ISOLAMENTO

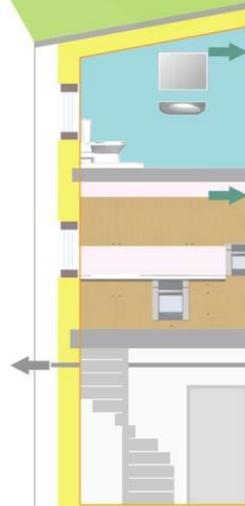


$$U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

ELIMINAÇÃO DE PONTES TÉRMICAS



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



Necessidade aquecimento	$\leq 15 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
ou Carga de aquecimento do edifício	$\leq 10 \text{ W/m}^2$
Necessidades arrefecimento	$\leq 15 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
ou Carga de arrefecimento do edifício	$\leq 10 \text{ W/m}^2$
Necessidade de energia primária	$\leq 120 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
Estanquidade do edifício	$\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
Sobreaquecimento interior	$\leq 10\%$

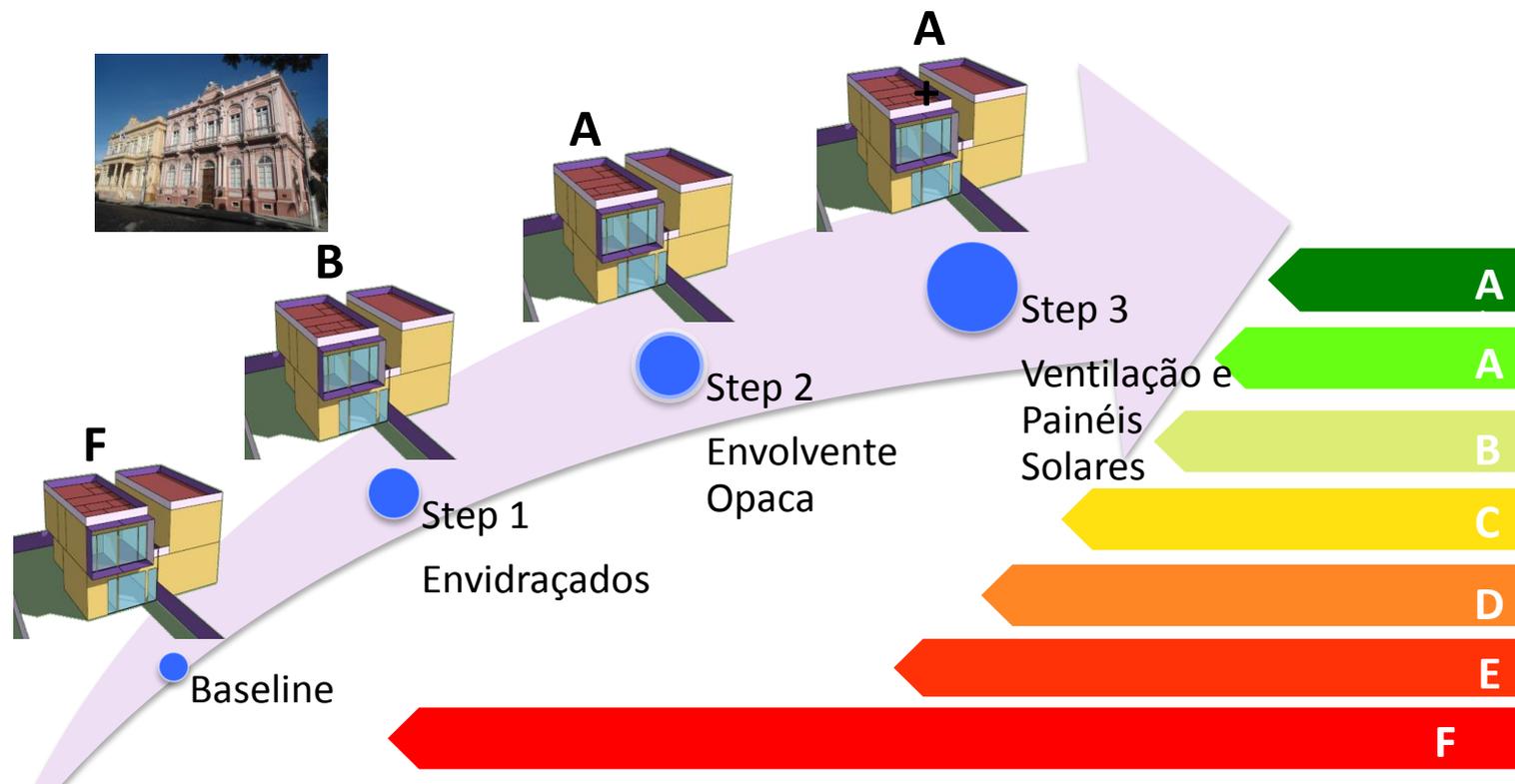


# Reabilitação?

## ENERPHIT

Discurso adaptado para o edificado existente, ainda com alguns aspectos a melhorar, mas com uma visão responsável daquilo que é possível conseguir.





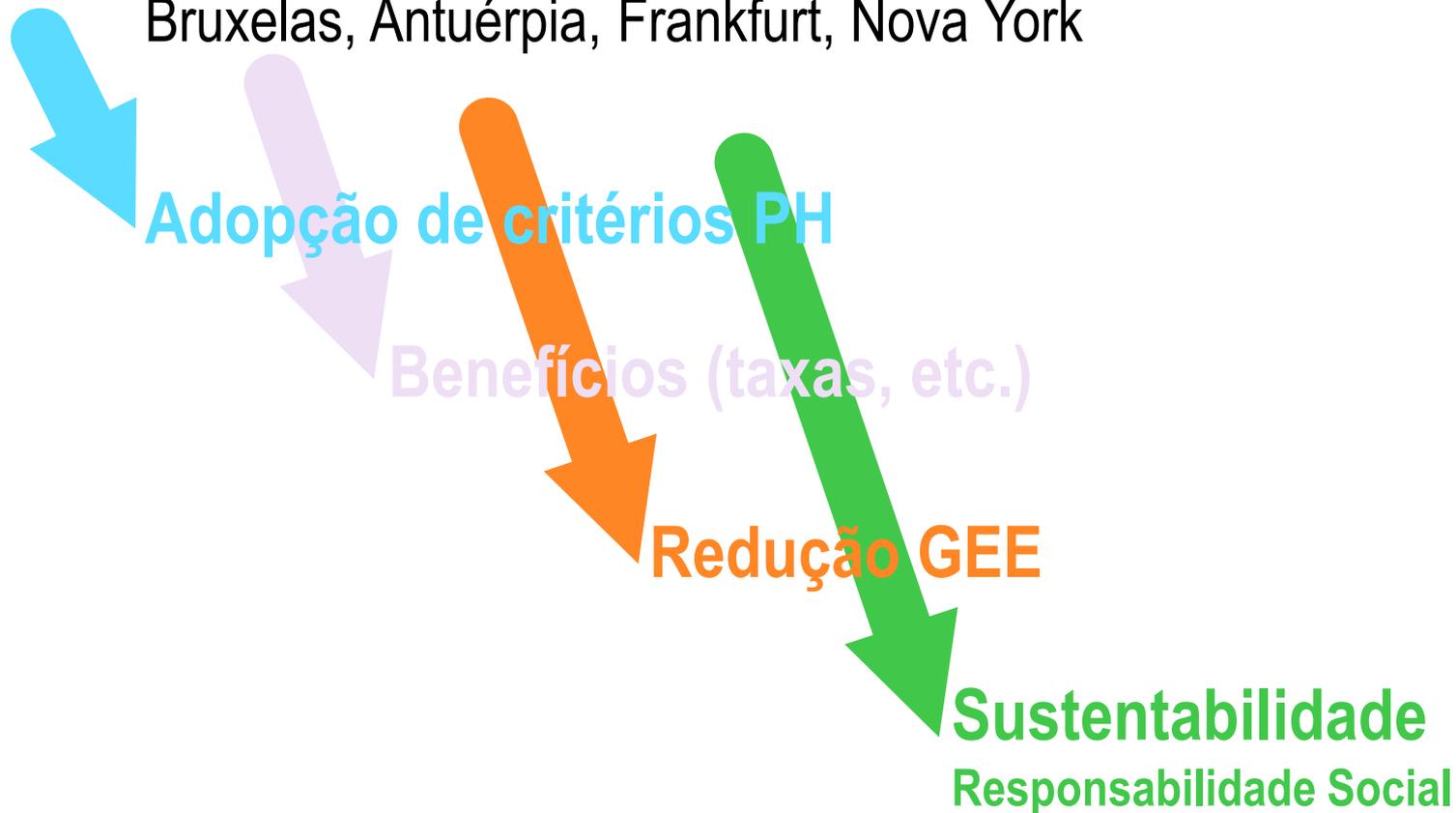
**Step by Step**  
**Melhoria de Conforto -> Sustentável do Ponto de vista custo-benefício**



**Reabilitação?**

## Cidades em mutação Exemplo

Bruxelas, Antuérpia, Frankfurt, Nova York





# PASSIVE HOUSE

ASSOCIAÇÃO

COMO SE CONSEGUE ATINGIR?

CASA PASSIVA

=

COMO SE CONSTROI?

PASSIVE HOUSE

É MAIS ONEROSO CONSTRUIR?

MODIKO PH

EXISTE ACRÉSCIMO DO CUSTO?



# MODIKO PASSIVE HOUSE

- **CONCEPÇÃO CONSTRUÇÃO E CONTROLO**

ASSOCIAÇÃO

- **Concepção**

- **Construção**

- **Controlo**

CASA PASSIVA

=

PASSIVE HOUSE

MODIKO PH



# MODIKO PASSIVE HOUSE

- **CONCEPÇÃO CONSTRUÇÃO E CONTROLO**

- **Concepção**

- **Construção**

- **Controlo**

ASSOCIAÇÃO

CASA PASSIVA  
=  
PASSIVE HOUSE

MODIKO PH



# MODIKO PASSIVE HOUSE

- **CONCEPÇÃO CONSTRUÇÃO E CONTROLO**

- **Concepção**
- 

- **Construção**
- 

- **Controlo**
- 

ASSOCIAÇÃO

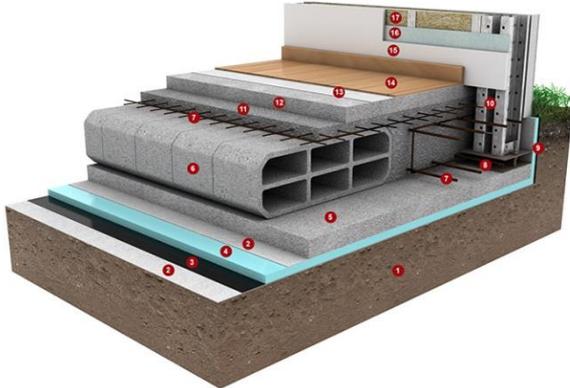
CASA PASSIVA  
=  
PASSIVE HOUSE

MODIKO PH

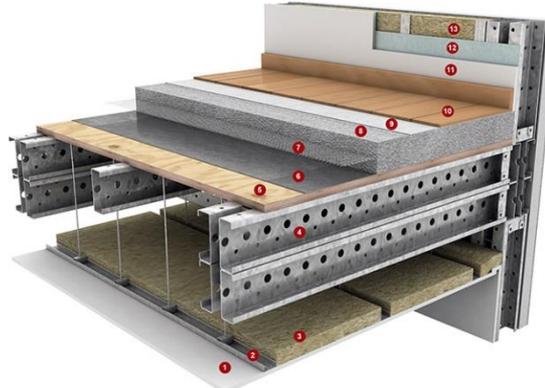


## SISTEMA CONSTRUTIVO MODIKO

Piso Térreo



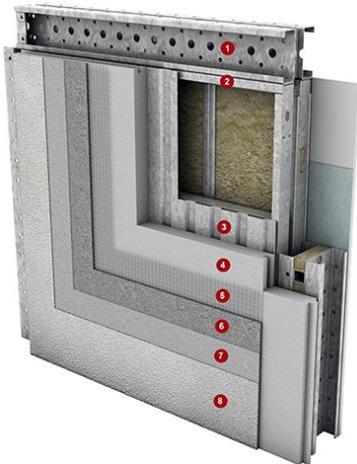
Laje de Piso



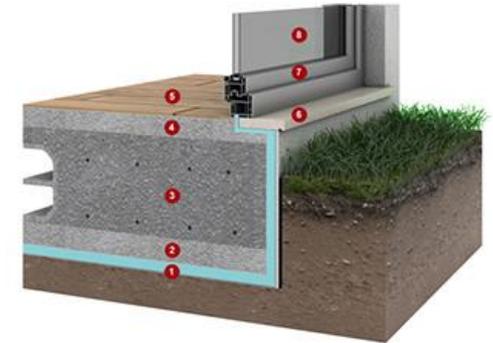
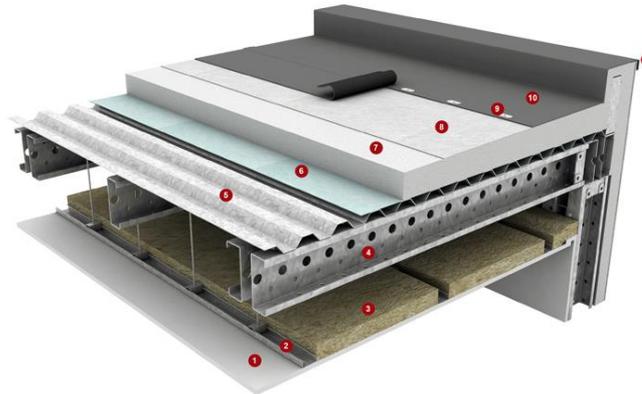
Vão envidraçado



Parede Exterior



Cobertura Plana





## LOCALIZAÇÃO E GEOMETRIA



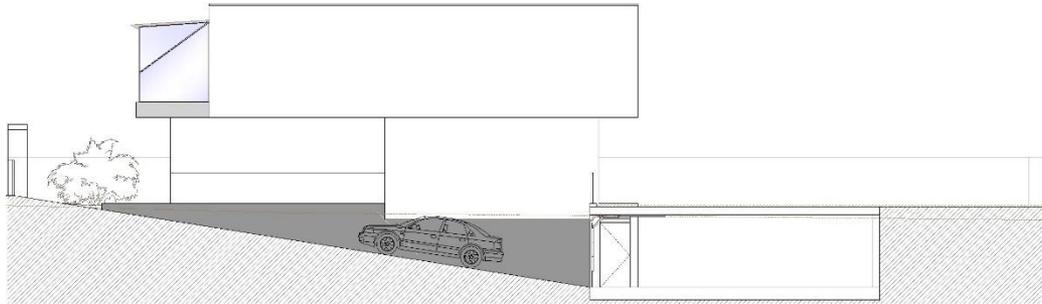
### Localização do protótipo



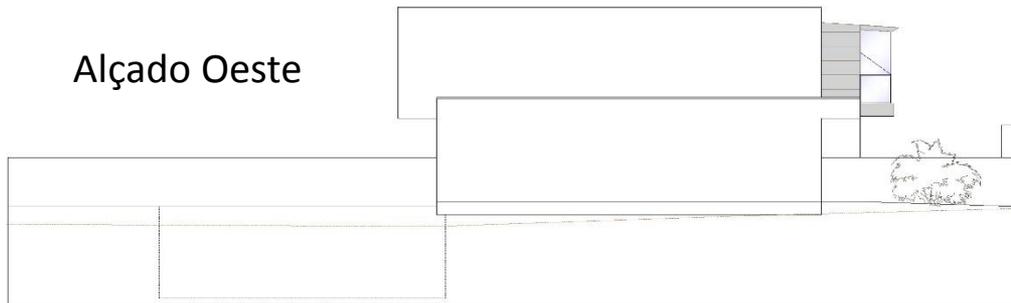
<b>Área útil pavimento (m<sup>2</sup>)</b>	<b>142</b>
Volume interno (m <sup>3</sup> )	352
Fator de Forma (-)	0,84



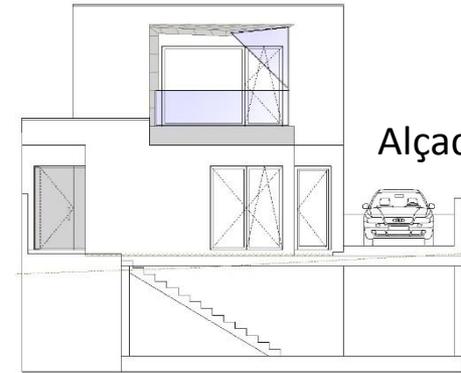
## ORIENTAÇÃO



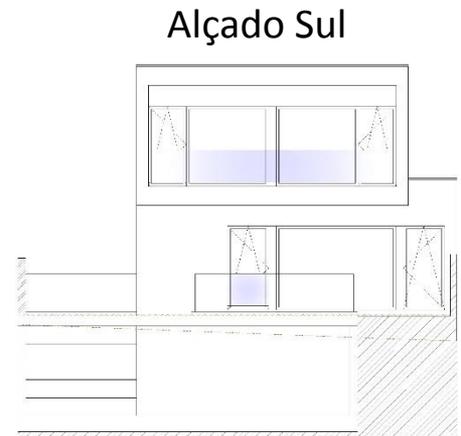
Alçado Oeste



Alçado Este



Alçado Norte

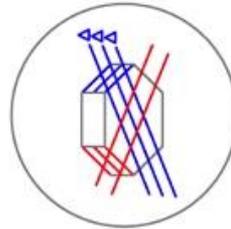


Alçado Sul

	N	E	S	W	Total
Área opaca (m <sup>2</sup> )	35,68	63,5	35,68	63,5	198,36
Área envidraçada (m <sup>2</sup> )	20,96	-	32,5	-	53,46
Relação $A_{Env}/A_{Opa}$ (%)	10,60	-	16,40	-	27,00

## PASSIVE HOUSE

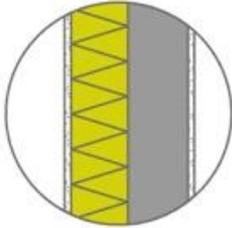
### Ventilação Mecânica



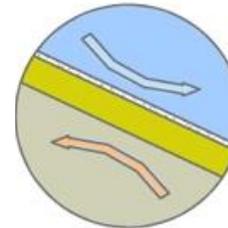
### Envolvente Translúcida



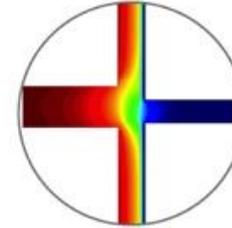
### Envolvente Opaca



### Estanquidade ao ar



### Eliminação de Pontes Térmicas

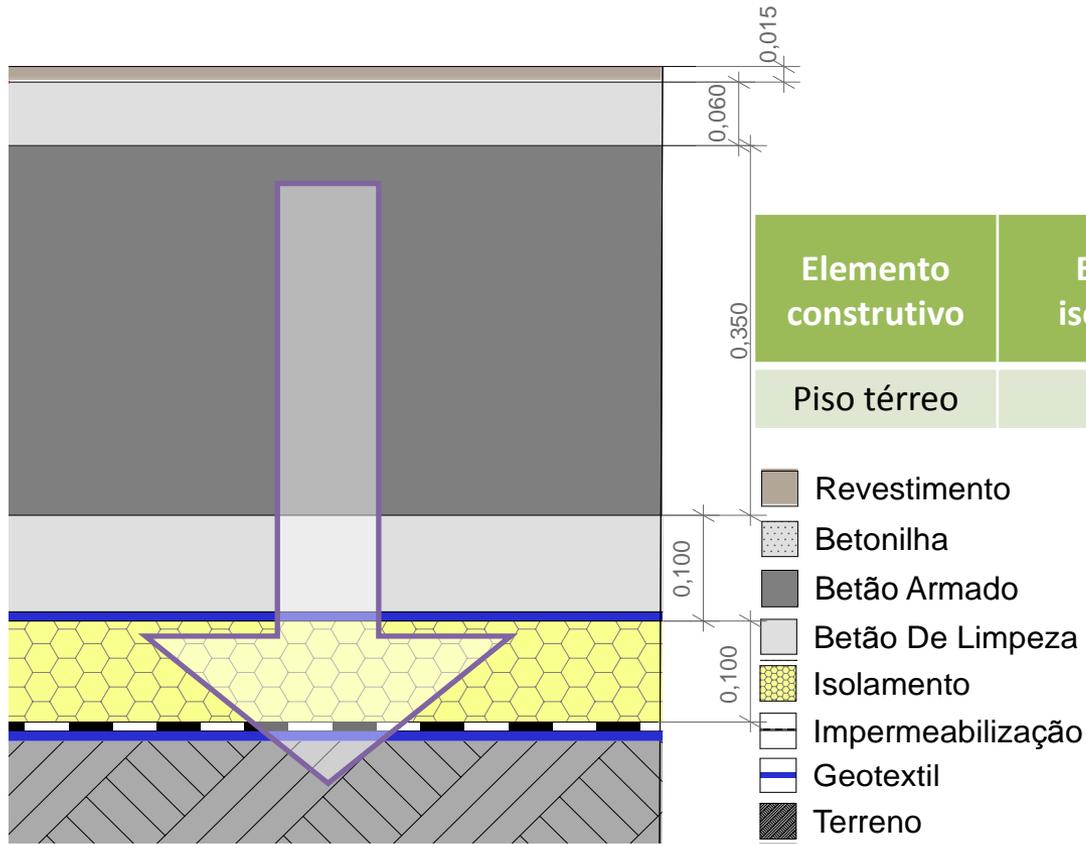




# ENVOLVENTE OPACA - OTIMIZAÇÃO



## PISO TÉRREO

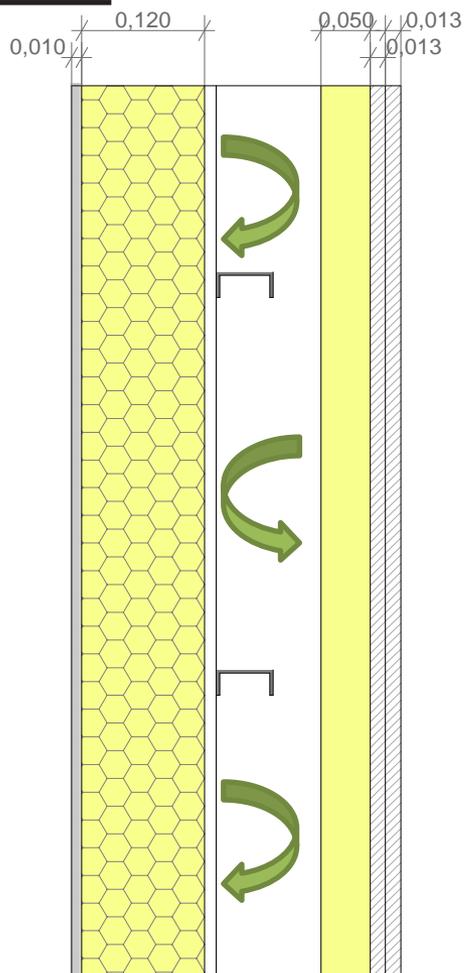


Elemento construtivo	Espessura de isolamento (m)	Coefficiente de transmissão térmica U (W/m <sup>2</sup> .°C)
Piso térreo	0,10	0,306

- Revestimento
- Betonilha
- Betão Armado
- Betão De Limpeza
- Isolamento
- Impermeabilização
- Geotextil
- Terreno



## PAREDE EXTERIOR

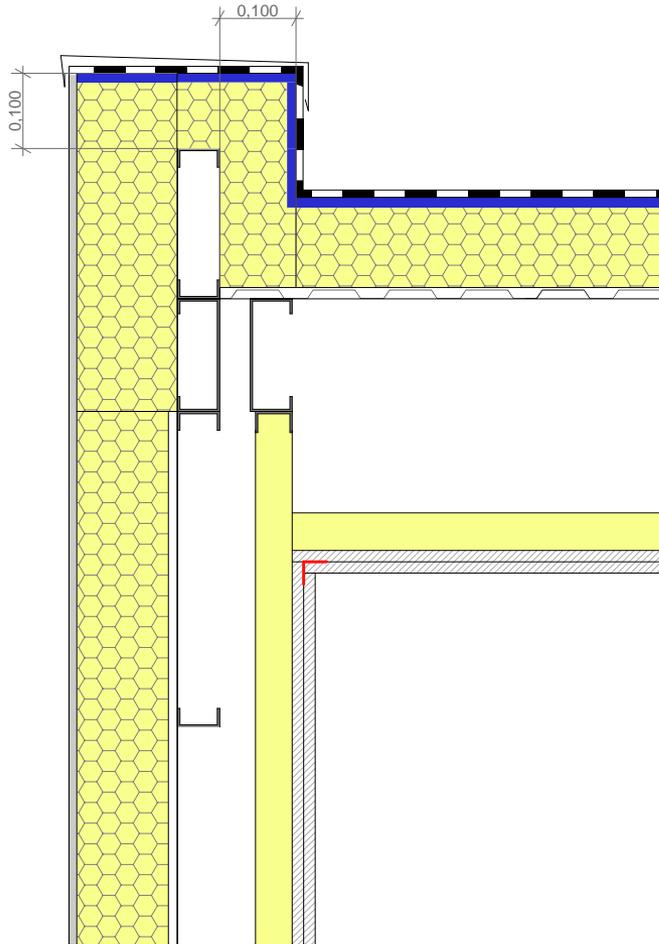


Elemento construtivo	Espessura de isolamento (m)	Coefficiente de transmissão térmica U (W/m <sup>2</sup> .°C)
Parede exterior	0,12	0,211

-  Gesso Cartonado
-  Lã De Rocha
-  Isolamento
-  Reboco Exterior



## COBERTURA



Elemento construtivo	Espessura de isolamento (m)	Coefficiente de transmissão térmica U (W/m <sup>2</sup> .°C)
Cobertura Rés do Chão	0,18	0,158
Cobertura 1º Piso	0,15	0,183

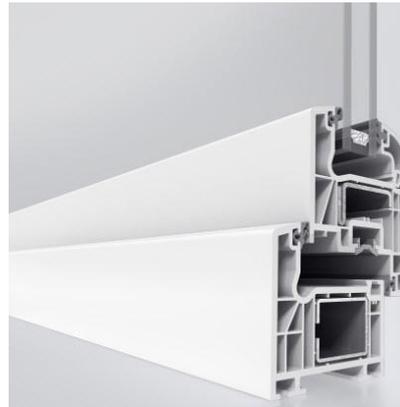
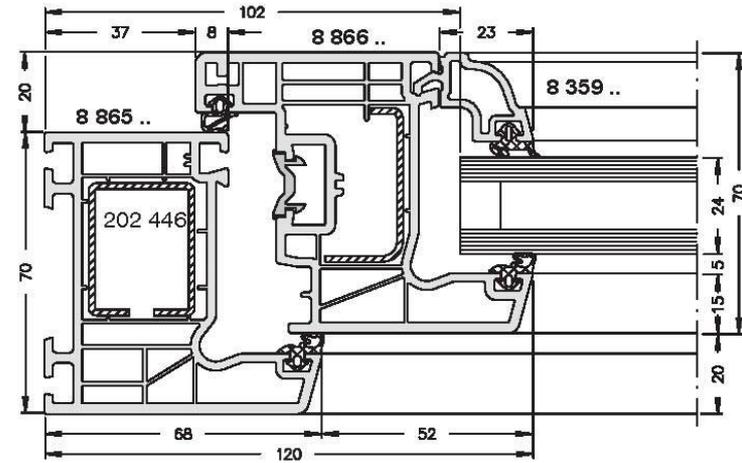
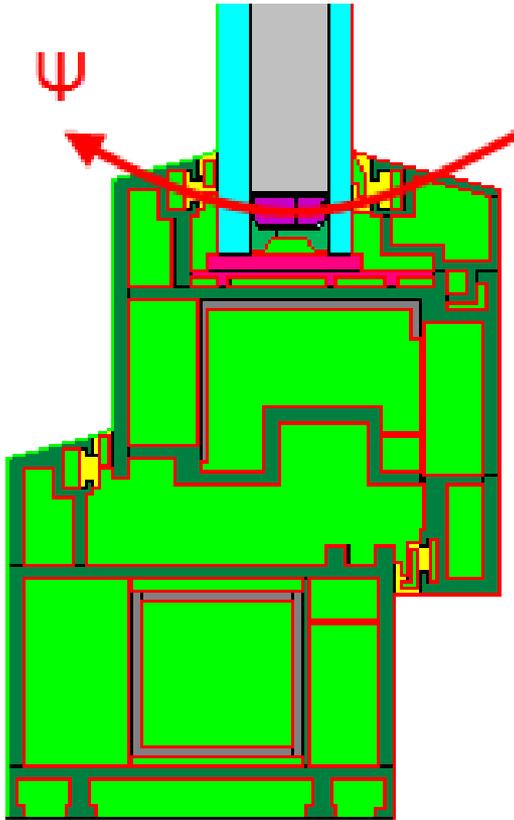
- Gesso Cartonado
- Lã De Rocha
- Chapa Metálica Perfilada
- Isolamento
- Impermeabilização



# VÃOS ENVIDRAÇADOS OTIMIZAÇÃO



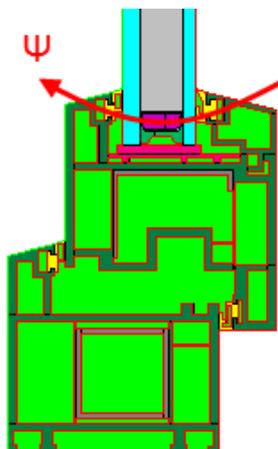
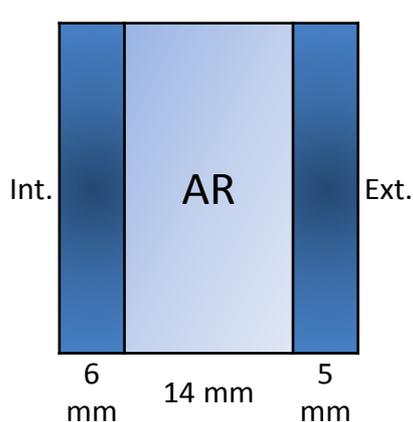
## VÃOS ENVIDRAÇADOS



Schuco	Caixilho
Câmaras de ar (-)	5
Permeabilidade ao ar (-)	Classe 4
Coef. de transmissão térmica $U_f$ (W/m <sup>2</sup> .°C)	1,5
Coef. transmissão térmica linear (W/m.°C)	0,09

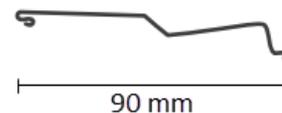
## VIDROS E PROTEÇÕES SOLARES

Inverno



+

Verão



	Vidros
Coef. de transmissão térmica $U_g$ (W/m <sup>2</sup> .°C)	1,5
Fator solar (-)	0,57
Coef. transmissão térmica linear (W/m.°C)	0,09

Proteções solares ativos!

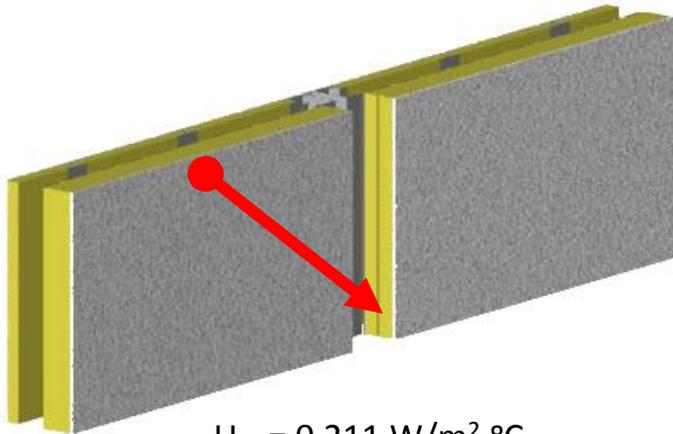


# PONTES TÉRMICAS OTIMIZAÇÃO

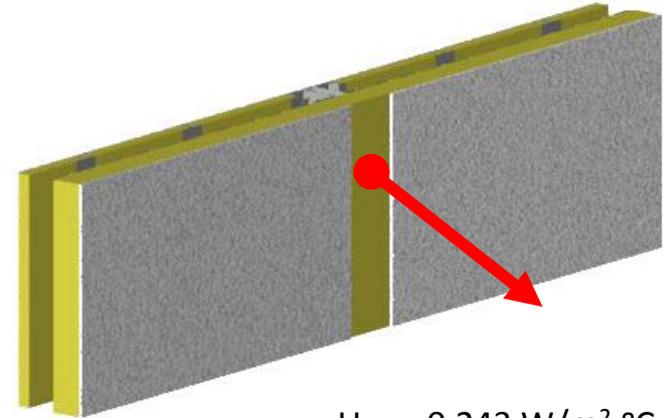


## PONTES TÉRMICAS PLANAS

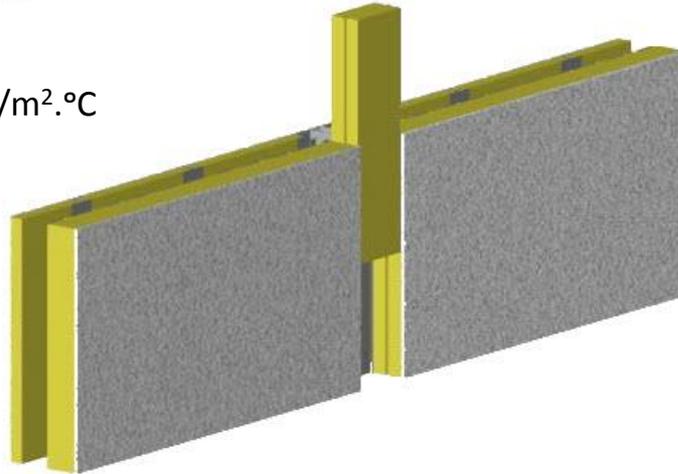
### Ponte térmica plana : Pilar



$$U_{ZC} = 0,211 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$$

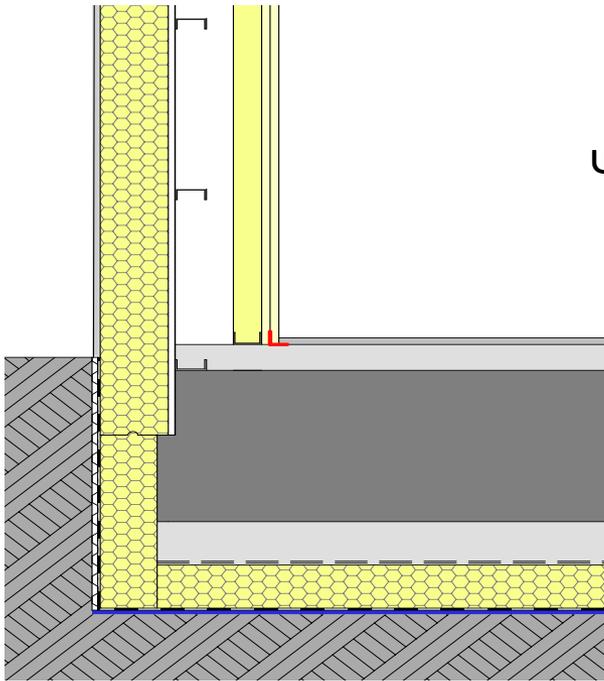


$$U_{PTP} = 0,243 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$$



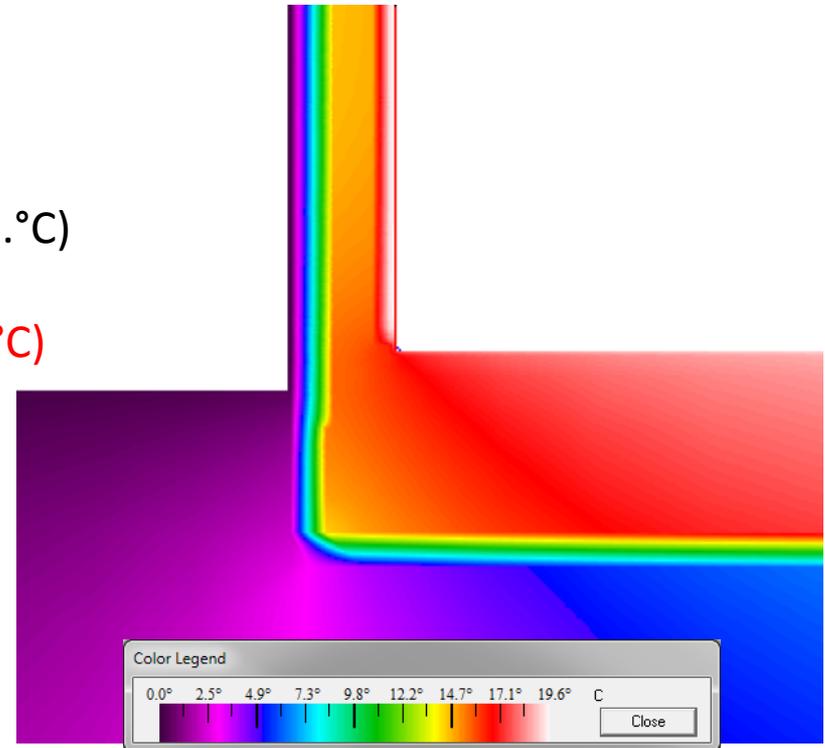
## PONTES TÉRMICAS LINEARES

Ligação de fachada com laje de pavimento térreo (ensoleiramento)



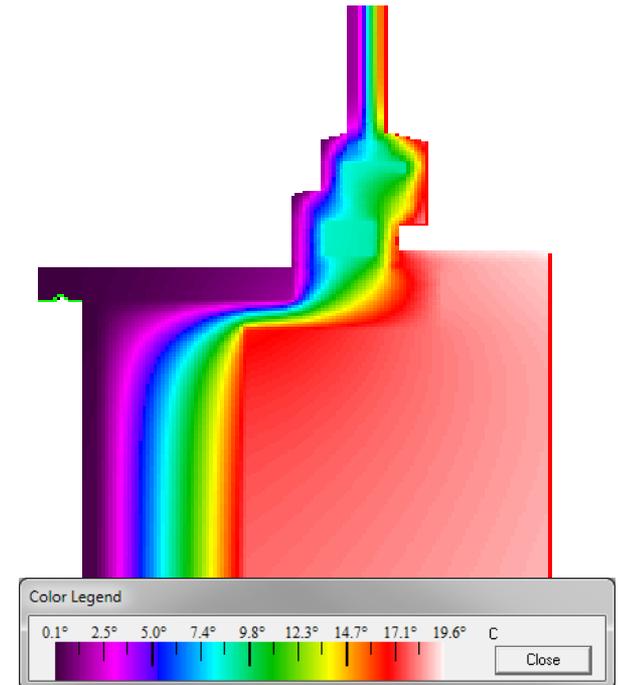
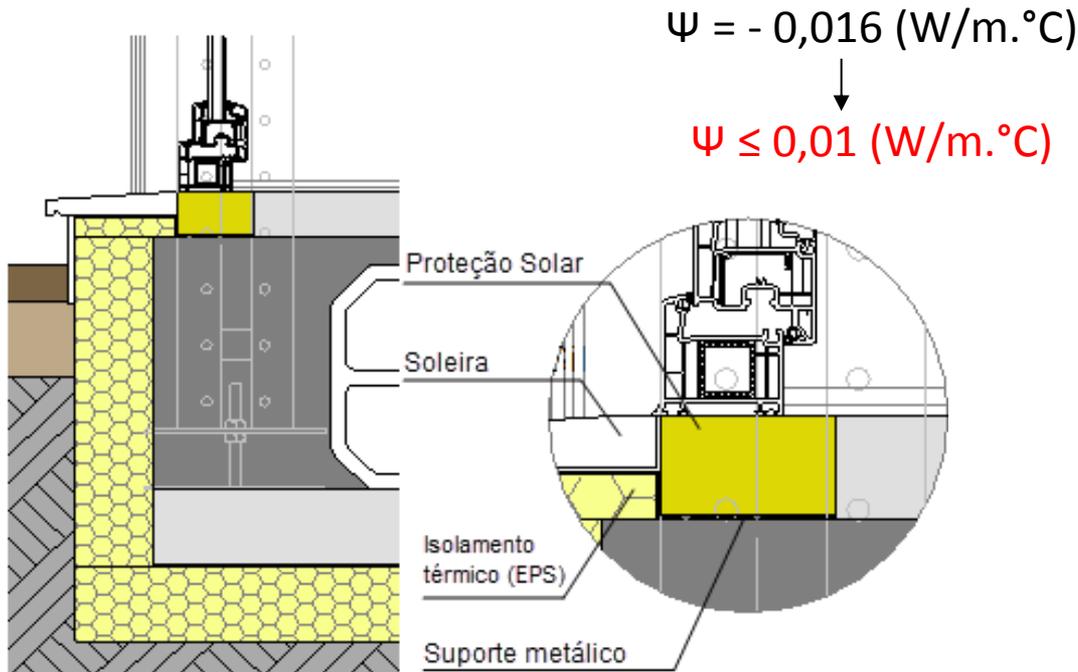
$$\Psi = -0,035 \text{ (W/m.}^\circ\text{C)}$$

$$\Psi \leq 0,01 \text{ (W/m.}^\circ\text{C)}$$



## PONTES TÉRMICAS LINEARES

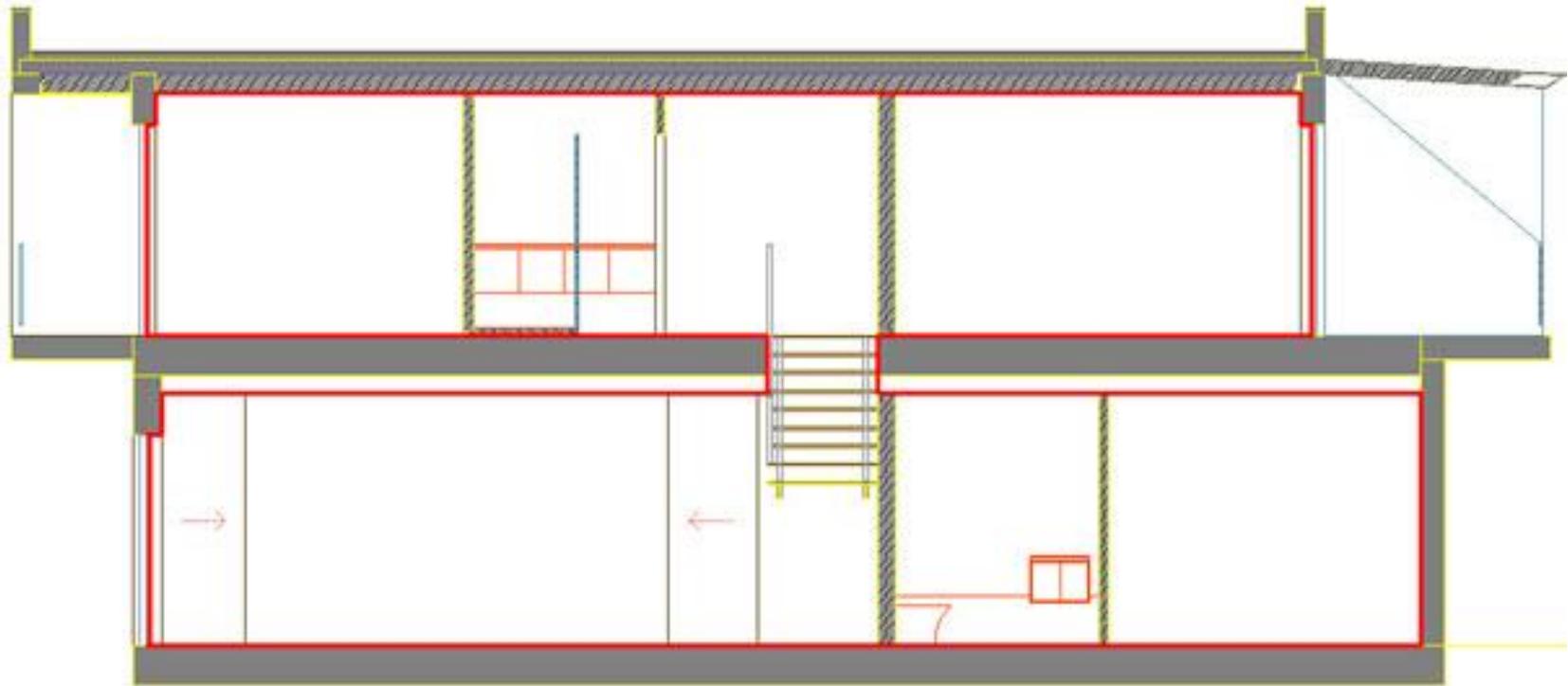
### Ligação de caixilharia com soleira







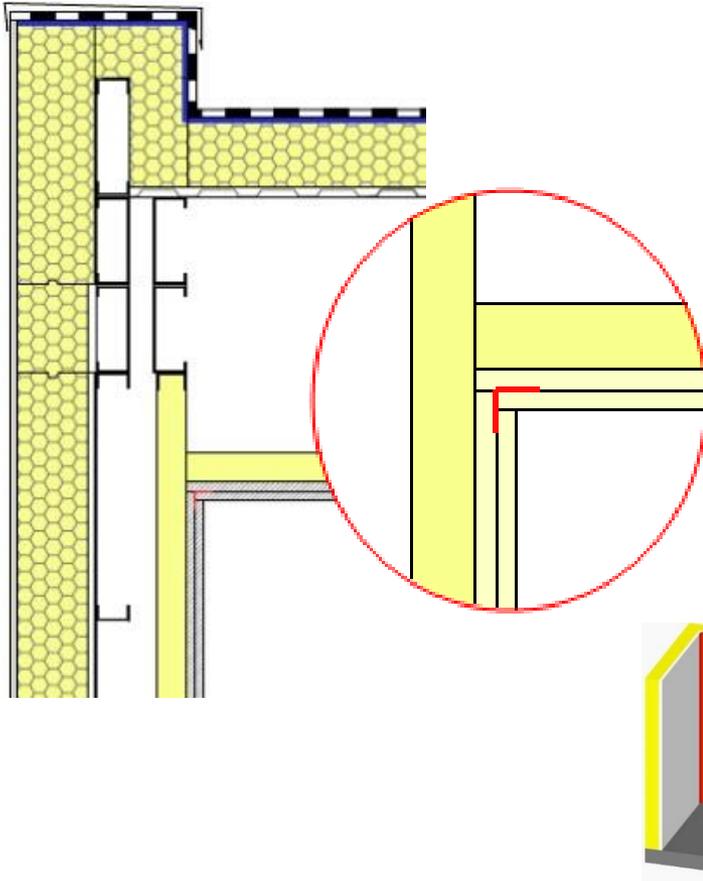
- DEFINIÇÃO DA ENVOLVENTE



— Envolvente estanque ao ar

- SOLUÇÃO DE ESTANQUIDADE

### Zona corrente da envolvente



### Pontos singulares da envolvente





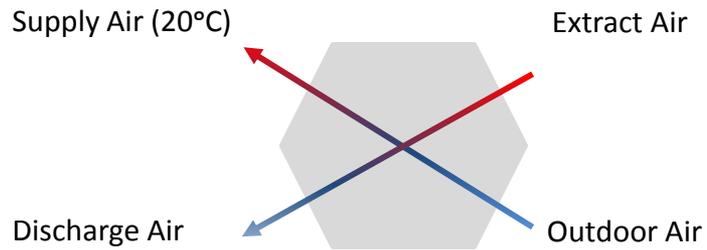
- SISTEMA DE VENTILAÇÃO



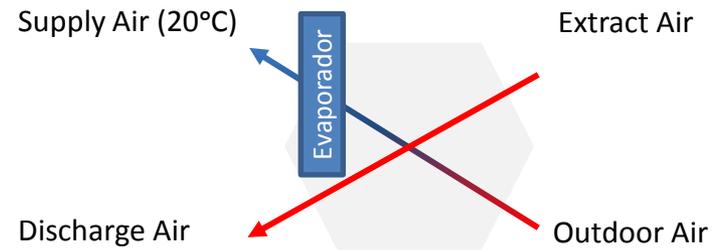
- Recuperação de calor: 75%
- Potência dos ventiladores: 3 kW; Eficiência elétrica < 0.45Wh/m<sup>3</sup>
- COP aquecimento do ar = 5,5
- Bypass: Se Text < Tint
- Localização: Dentro da envolvente térmica

- **SISTEMA DE VENTILAÇÃO**

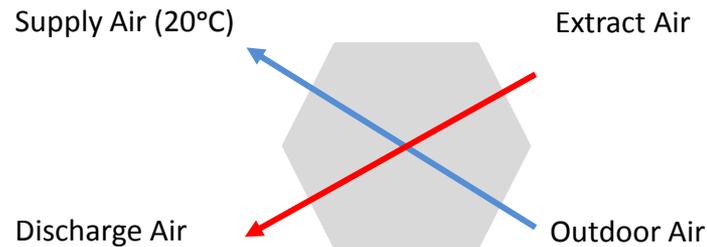
Recuperação de calor:



Arrefecimento:

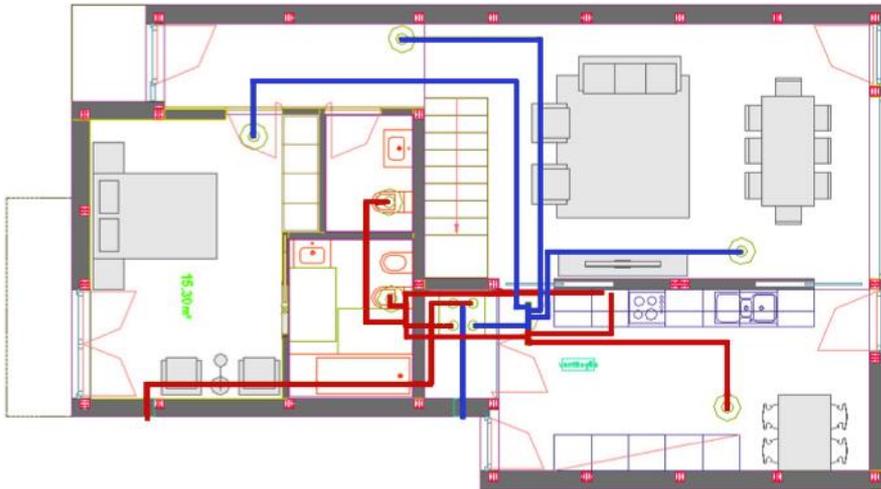


Bypass:

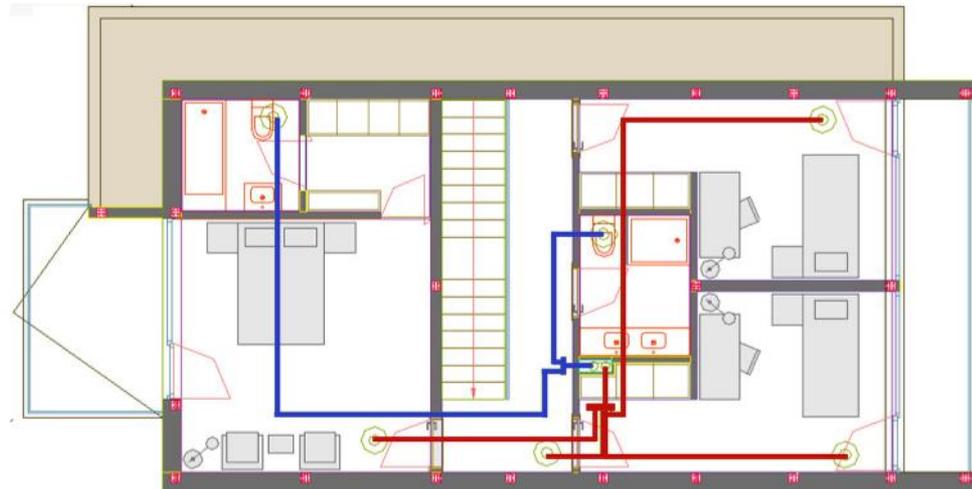


- PROJETO DE VENTILAÇÃO

Rés do Chão



1º Piso



## PRODUÇÃO DE A.Q.S.



### Coletores:

- Área de coletores solares: 4,5 m<sup>2</sup>
- Orientação: Sul
- Inclinação: Elevado a 45°

### Depósito:

- Capacidade: 300 l
- Estratificado



### Bomba de calor Compacta:

- Capacidade: 180 l
- Resistência de apoio 1,5 kW

## EQUIPAMENTO ELÉTRICO E ILUMINAÇÃO



Elevada eficiência energética!



Focos LED  
Potencia: 3,5 W

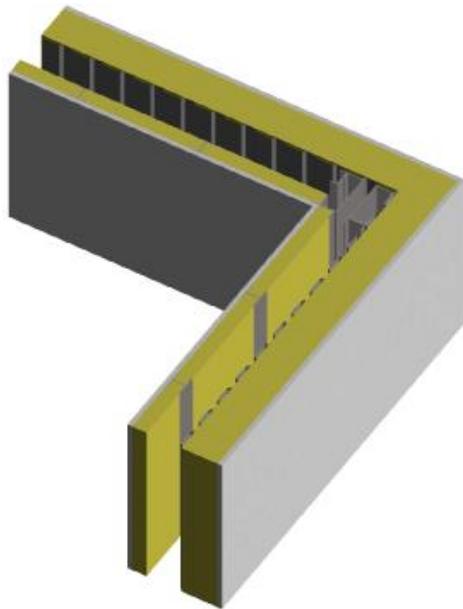


# FICHAS TÉCNICAS E DE FISCALIZAÇÃO

# FICHAS TÉCNICAS

---

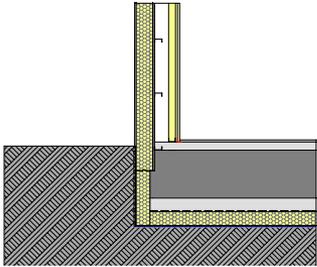
Ligação de duas paredes verticais exteriores (cunhal)



## Processo construtivo:

- Montagem dos painéis de parede Modiko nas duas direções dos pilares, aparafusados aos pilares e às vigas perimetrais metálicas. NOTA: Colocação dos painéis Modiko em conformidade com as peças desenhadas nº 9, 10 e 11 do esquema de montagem;
- Encaixe dos bits de canto, colocando-os de cima para baixo entre painéis Modiko respeitando os encaixes macho fêmea. NOTA: Ver processo de aplicação no Esquema 2;

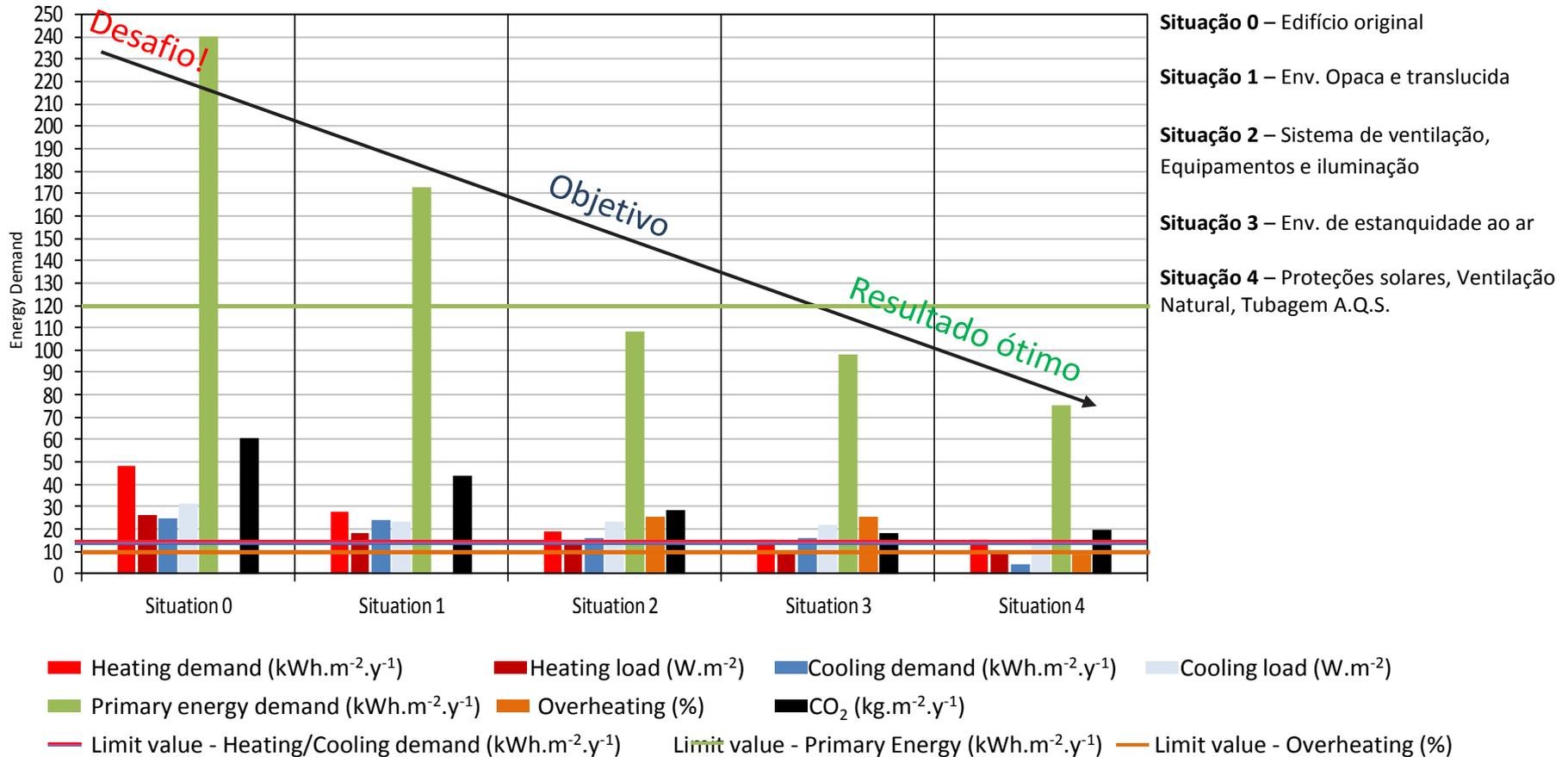
# FICHAS DE FISCALIZAÇÃO

L.02: Ligação de Fachada com laje de pavimento térreo (ensoleiramento)				
<p>Laje de pavimento térreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geotêxtil</li> <li>- Manga plástica</li> <li>- Isolamento térmico XPS</li> <li>- Geotêxtil</li> <li>- Betão de limpeza</li> <li>- Betão armado (blocos enchimento)</li> <li>- Betonilha</li> </ul>	<p>Parede Exterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesso cartonado</li> <li>- Lã de rocha</li> <li>- Espaço de ar/elementos metálicos</li> <li>- Chapa canelada</li> <li>- Isolamento térmico XPS</li> <li>- Argamassa de revestimento</li> </ul>			
Elementos a verificar	✓	X	Identificação de anomalias	Obs./Propostas de correção
Cofragem perimetral da laje de pavimento térreo de acordo com o esquema de montagem				
Sobreposição da manga plástica (mínimo 10 cm)				
Comprimento da manga plástica ultrapassa a altura dos painéis de cofragem				
Disposição das placas de isolamento térmico (vertical e horizontal) de acordo com o esquema de montagem				
Ausência de fendas entre placas de isolamento térmico				
Montagem dos painéis Modiko em conformidade com o esquema de montagem				
Bits de canto e dos pilares bem aplicados nos encaixes de acordo com o Esquema 2 e 3				
Sapatas e pilares da estrutura metálica nivelados em conformidade com o projeto de arquitetura				



# BALANÇO TÉRMICO - RESULTADOS

# CÁLCULO PHPP



# CÁLCULO PHPP

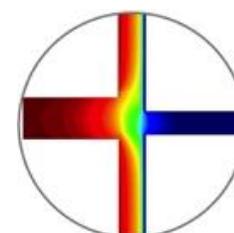
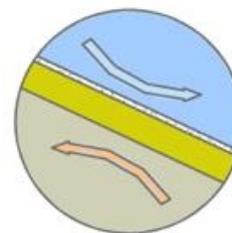
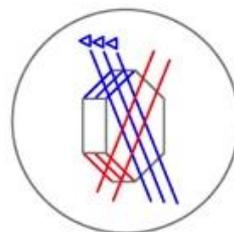
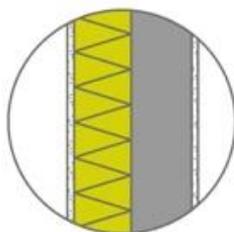
## Situação 4 – MODIKO PASSIVE HOUSE !

Specific building demands with reference to the treated floor area				
	Treated floor area	142,5 m <sup>2</sup>	Requirements	Fulfilled?*
<b>Space heating</b>	Heating demand	14,7 kWh/(m <sup>2</sup> a)	15kWh/(m <sup>2</sup> a)	yes
	Heating load	10,1 W/m <sup>2</sup>	10W/m <sup>2</sup>	yes
<b>Space cooling</b>	Overall specif. space cooling demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	-	-
	Cooling load	W/m <sup>2</sup>	-	-
	Frequency of overheating (> 25 °C)	8 %	-	-
<b>Primary energy</b>	Heating, cooling, auxiliary electricity, dehumidification, DHW, lighting, electrical appliances	75 kWh/(m <sup>2</sup> a)	120kWh/(m <sup>2</sup> a)	yes
	DHW, space heating and auxiliary electricity	48 kWh/(m <sup>2</sup> a)	-	-
	Specific primary energy reduction through solar electricity	kWh/(m <sup>2</sup> a)	-	-
<b>Airtightness</b>	Pressurization test result n <sub>50</sub>	0,6 1/h	0,61/h	yes
* empty field: data missing; '-': no requirement				
<b>Passive House?</b>				yes

# CÁLCULO PHPP

Situação 0 → Situação 4

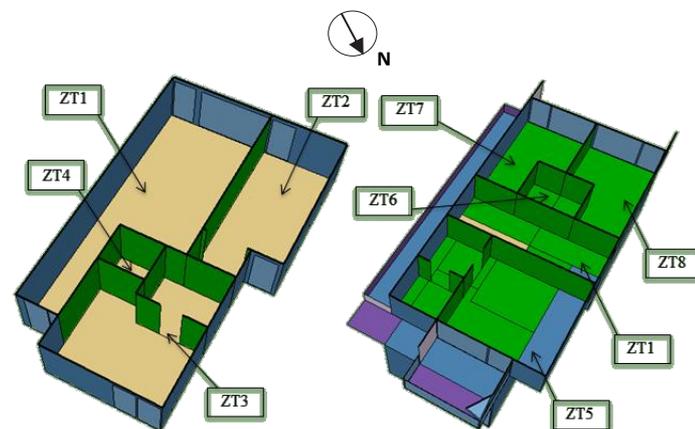
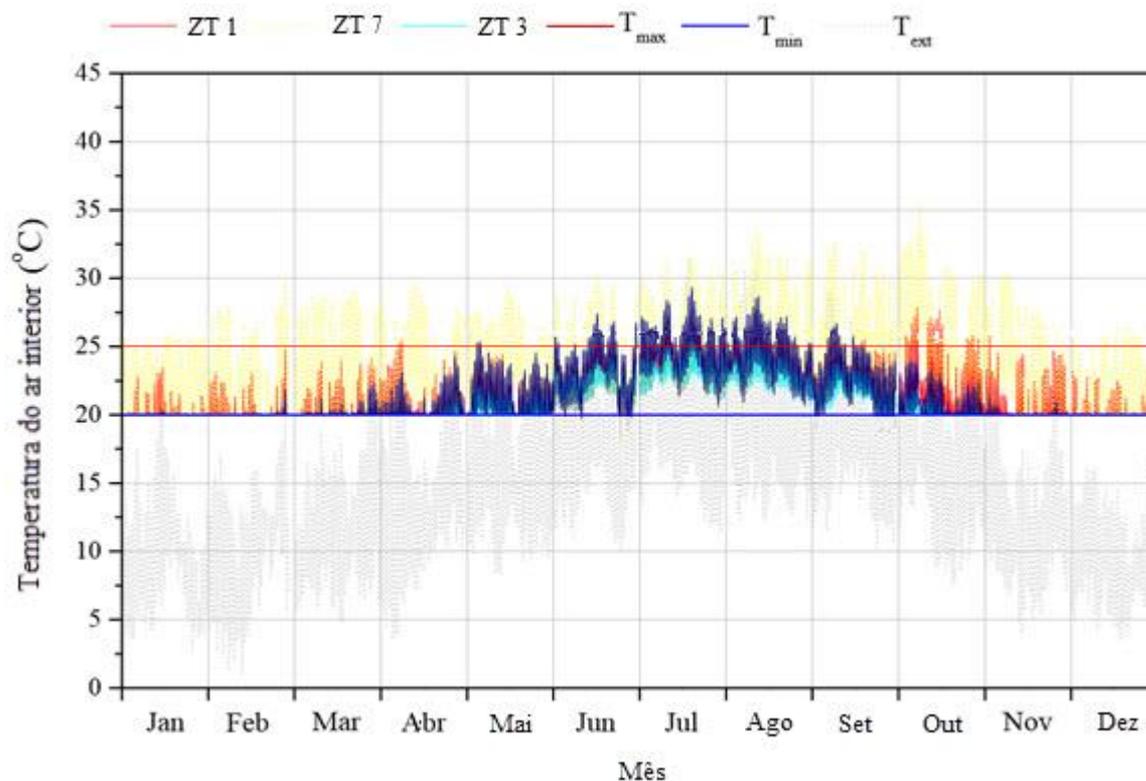
Nec. Aquecimento	Nec. Arrefecimento	Carga Aquecimento	Carga Arrefecimento	Nec. Energia Primária	Sobreaquecimento	Co <sub>2</sub>
kWh.m <sup>-2</sup> .y <sup>-1</sup>	kWh.m <sup>-2</sup> .y <sup>-1</sup>	W.m <sup>-2</sup>	W.m <sup>-2</sup>	kWh.m <sup>-2</sup> .y <sup>-1</sup>	%	(kg.m <sup>-2</sup> .y <sup>-1</sup> )
33 (-69%)	16 (-62%)	21 (-84%)	15 (-48%)	165 (-69%)	20%	41 (-68%)





# ESTUDO ENERGY PLUS – ANÁLISE DINÂMICA

## Conforto térmico do edifício



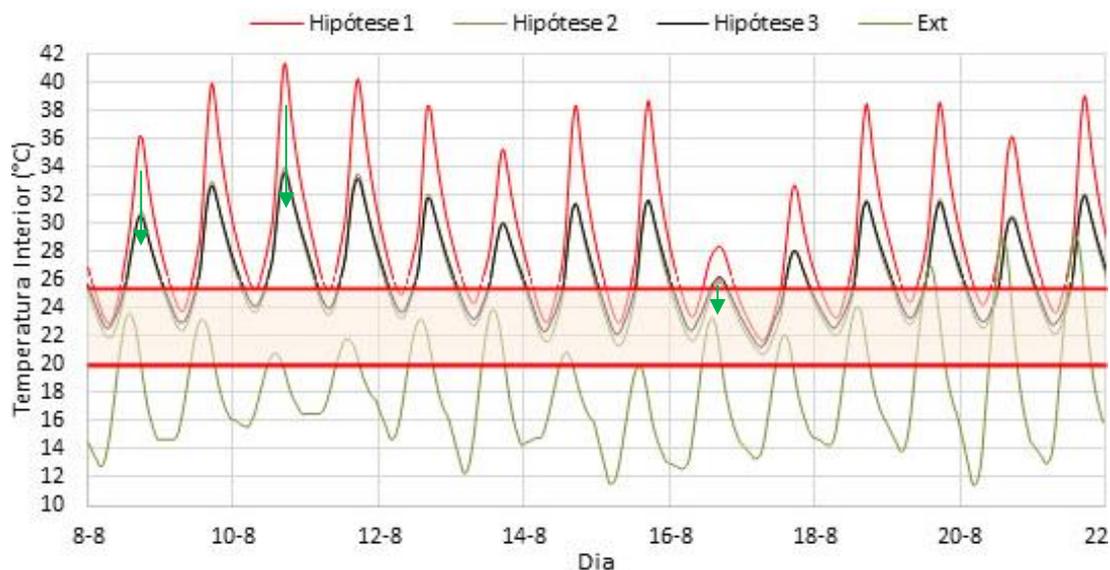
- TZ1 – Hall e escadas
- TZ2 – Cozinha
- TZ3 – Suite R/Chão
- TZ4 – Instalação Sanitária R/Chão
- TZ5 – Suite 1º Andar
- TZ6 – Instalação Sanitária 1º Andar
- TZ7 – Quarto 1º Andar
- TZ8 – Quarto 1º Andar

Taxa de sobreaquecimento < 8%



# ESTUDO ENERGY PLUS – ANÁLISE DINÂMICA

Conforto térmico do edifício – Dispositivos de sombreamento



## Sistema Manual – Fecho Descuidado (Hipótese 1)

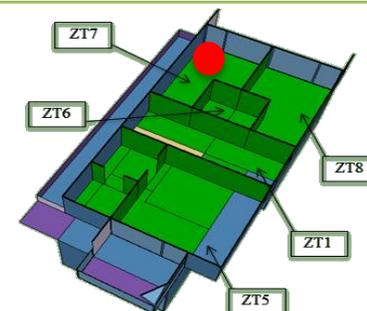
Inverno	Verão
<b>100 % - Fechado</b>	100 % - Fechado
<b>18:00 às 8:00</b>	00:00 às 8:00

## Sistema Manual – Fecho Cuidado (Hipótese 2)

Inverno	Verão	
<b>100% - Fechado</b>	70% - Fechado	30% - Fechado
<b>18:00 às 8:00</b>	08:00 às 17:00	00:00 às 8:00

## Sistema Automático (Hipótese 3)

Inverno	Verão	
<b>100% - Ativado</b>	70% - Fechado	100% - Aberto
<b>18:00 às 8:00</b>	08:00 às 17:00 (*)	00:00 às 8:00





**FASE DE CONSTRUÇÃO**

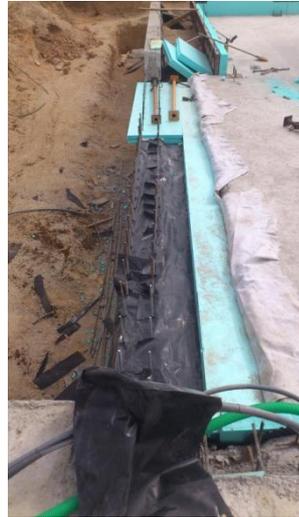


# ISOLAMENTO TÉRMICO ENVOLVENTE OPACA



## ENVOLVENTE OPACA

---





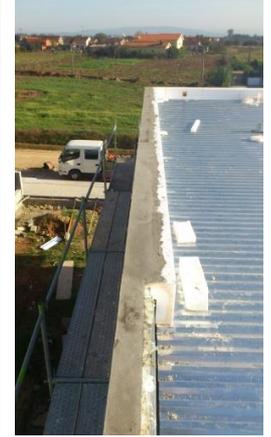
## ENVOLVENTE OPACA

---



## ENVOLVENTE OPACA

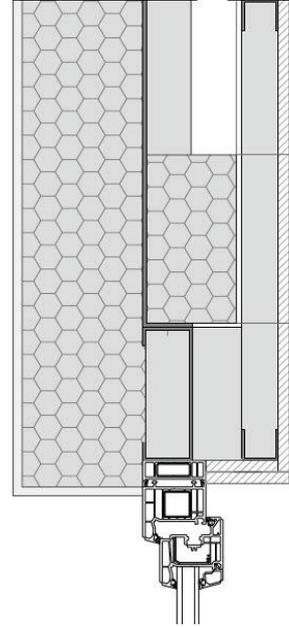
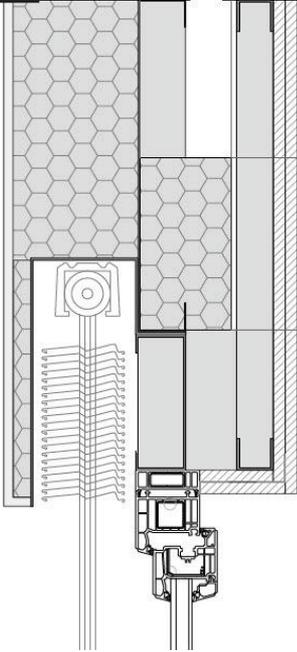
---





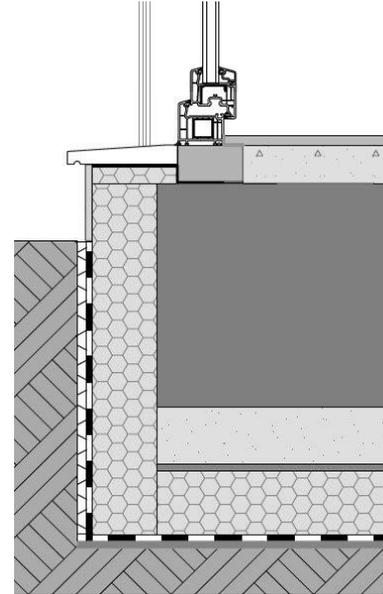
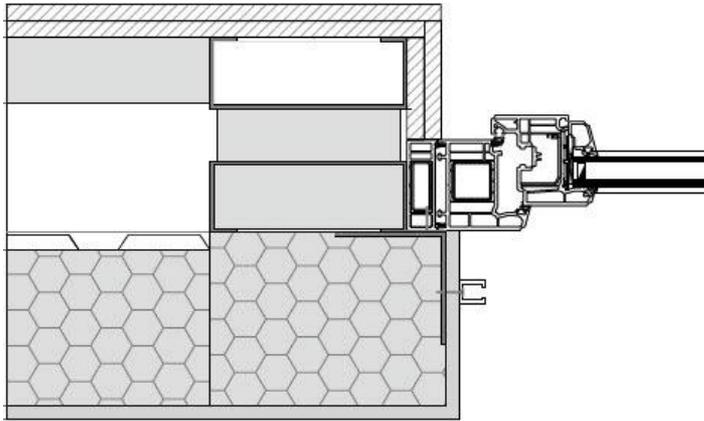
# VÃOS ENVIDRAÇADOS

## VÃOS ENVIDRAÇADOS





## VÃOS ENVIDRAÇADOS

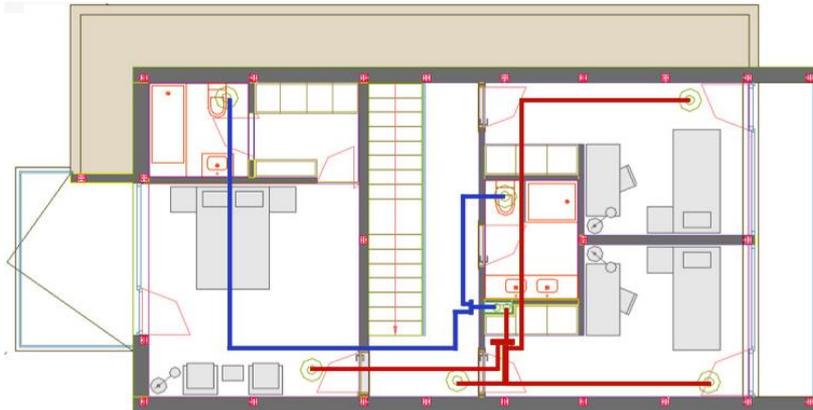
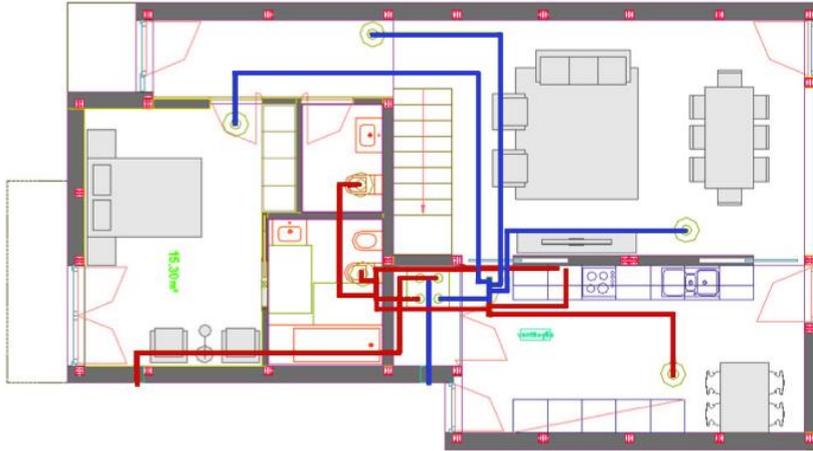




# VENTILAÇÃO MECÂNICA



## VENTILAÇÃO MECÂNICA





## VENTILAÇÃO MECÂNICA





**ESTANQUIDADE AO AR**



## ESTANQUIDADE AO AR



## ESTANQUIDADE AO AR

---





# CONTROLO

...Lógica de certificação e de comparação

## TESTE PORTA VENTILADORA

Ensaio Preliminar (fase intermédia)

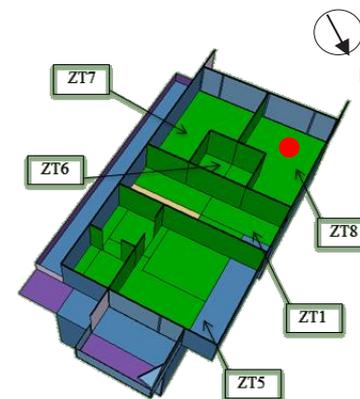
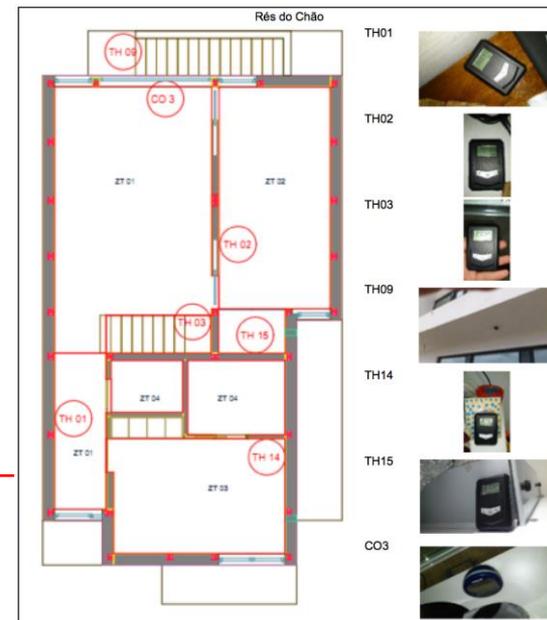
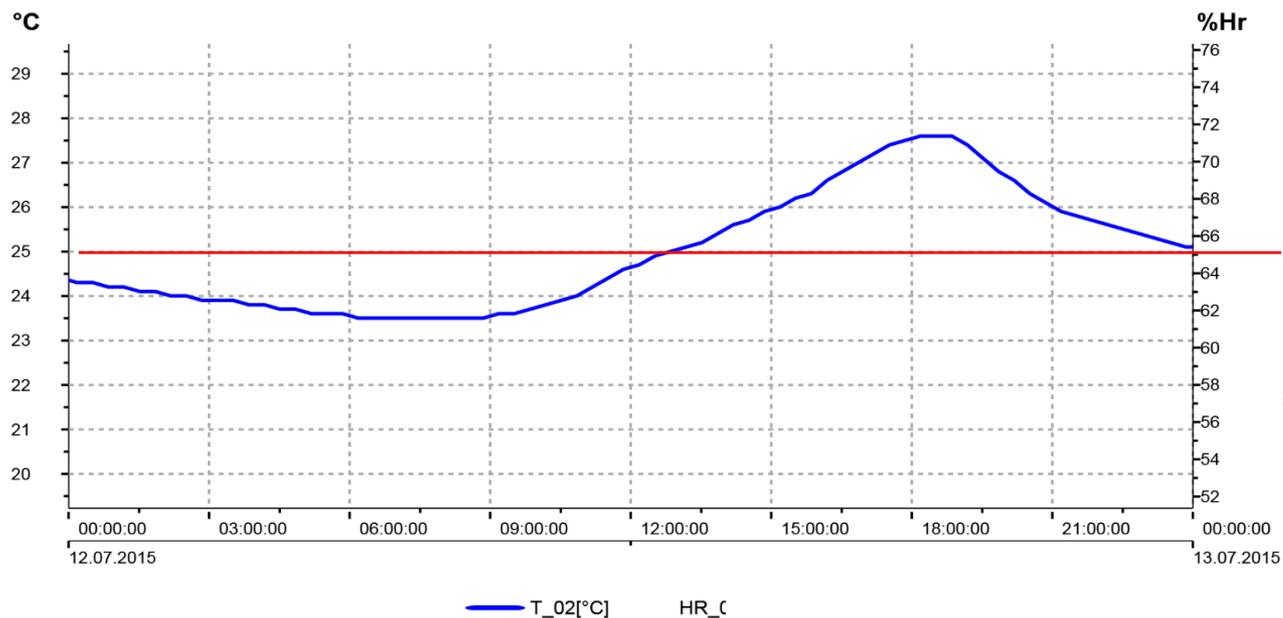


Ensaio Final



# MONITORIZAÇÃO

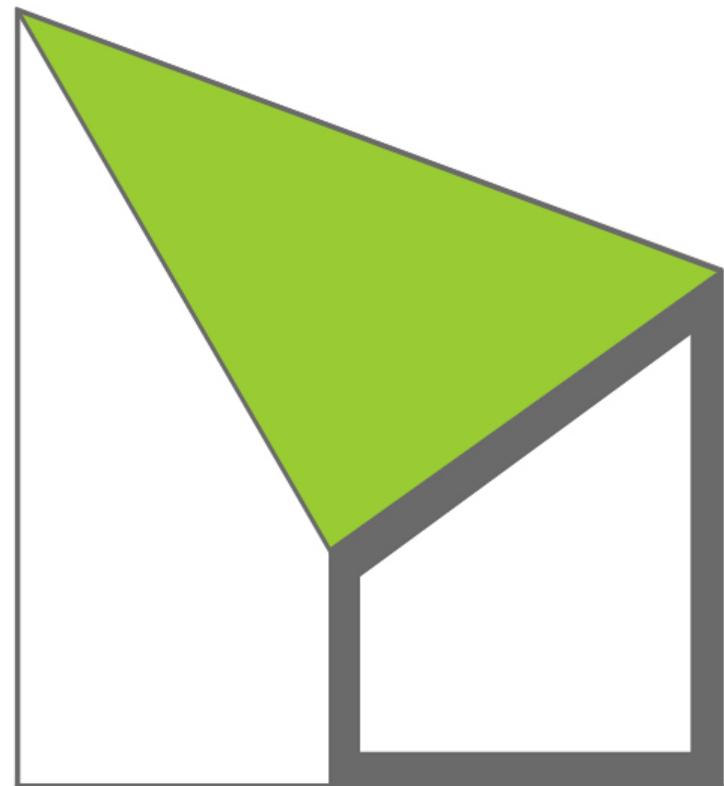
## Monitorização de temperatura - 1º Andar



## TERMOGRAFIA

---





# CASA PASSIVA®

PassivHaus Zero-Energy  
Plataforma Portuguesa

**[WWW.CASAPASSIVA.PT](http://WWW.CASAPASSIVA.PT)**