

# Projetos Passive House

## Sede da Danosa

A primeira certificação Passive House Plus em Portugal

## A equipa

**Promotor:**



**Arquitetura:**



**Especialidades:**



**Gestão da obra:**



**Empreiteiro geral:**



**Cálculo de pontes térmicas:**



**Ensaio de estanquidade ao ar:**

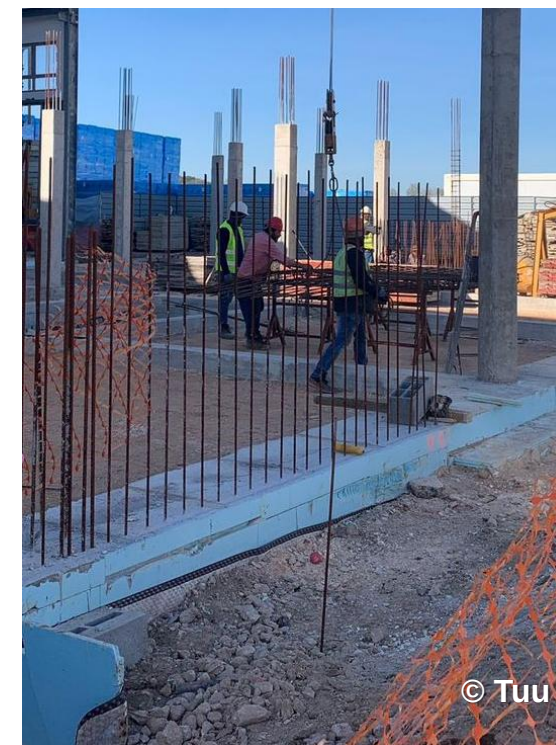


**Certificação Passive House:**



# Introdução

- Local: Pombal
- Área útil: 790,5 m<sup>2</sup>
- Dois pisos, projeto inicial não foi executado de acordo com o padrão Passive House
- Construção: início em julho 2023; conclusão em outubro 2024



## Fase de projeto – maiores desafios

### **Sem sombreamento exterior**

Apenas definidas soluções de palas (ineficazes) e sombreamento interior (blackouts).

Como consequência, teve de ser definido um fator solar muito baixo para os vidros.

### **Elevado rácio janelas/área útil**

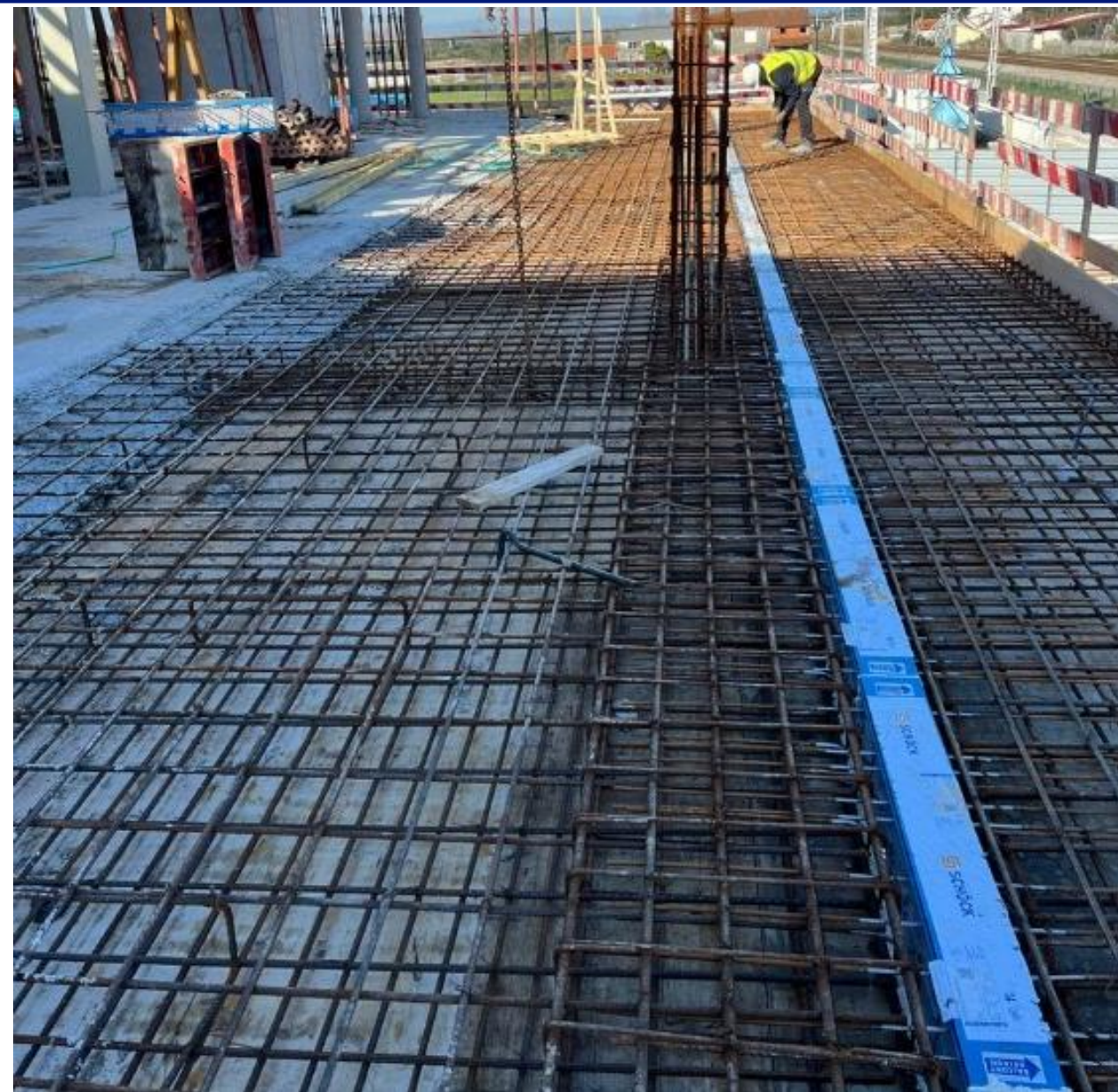
A área de janelas correspondem a 47% da área útil.

### **Orientação solar desfavorável**

Mais de 65% das janelas estão orientadas a Este.

### **Pontes térmicas potenciais**

Instalação das caixilharias, consolas em betão, ligações entre os elementos construtivos.



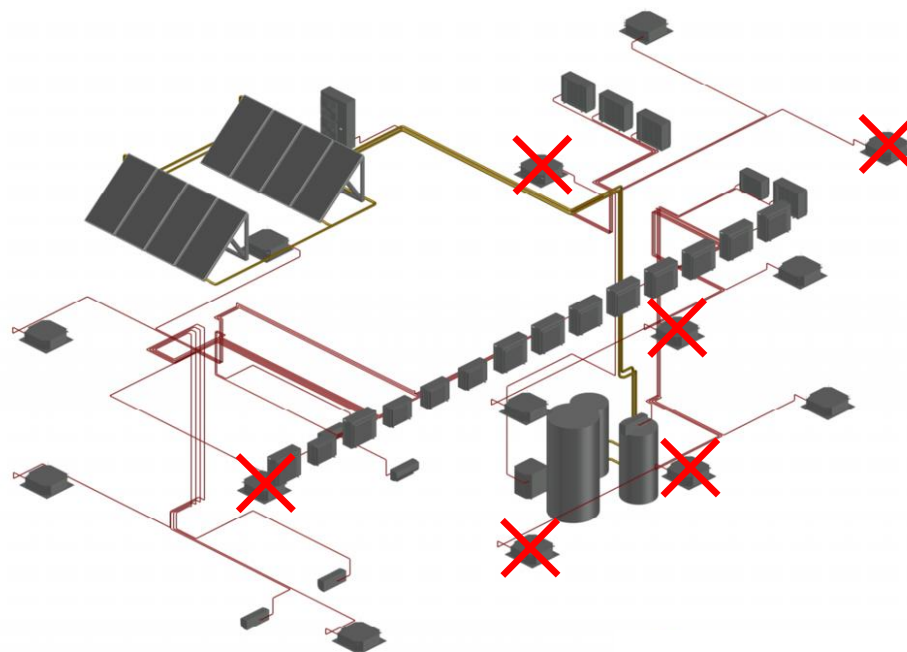
## Fase de projeto – soluções iniciais vs finais

| ID | SOLUÇÃO                         | INICIAL                                                  | FINAL                                                                      |
|----|---------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Cobertura (isolamento)          | 160 mm; $U = 0,209 \text{ W/m}^2\text{K}$                | 220 mm; $U = 0,156 \text{ W/m}^2\text{K}$                                  |
| 2  | Paredes exteriores (isolamento) | 100 mm; $U = 0,268 \text{ W/m}^2\text{K}$                | 100 mm; $U = 0,268 \text{ W/m}^2\text{K}$                                  |
| 3  | Pavimento (isolamento)          | 50 mm; $U = 0,609 \text{ W/m}^2\text{K}$                 | 100 mm; $U = 0,330 \text{ W/m}^2\text{K}$                                  |
| 4  | Caixilharia                     | $U_f = 9,00 \text{ a } 12,00 \text{ W/m}^2\text{K}$      | $U_f = 1,40 \text{ a } 4,10 \text{ W/m}^2\text{K}$                         |
| 5  | Vidro                           | $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $g = 0,22$           | $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $g = 0,28$                             |
| 6  | Perfil intercalar dos vidros    | alumínio $\Psi = 0,10 \text{ W/mK}$                      | <i>warm edge</i> $\Psi = 0,05 \text{ W/mK}$                                |
| 7  | Sombreamento                    | -                                                        | blackouts interiores + telas exteriores (50% dos vãos)                     |
| 8  | Pontes térmicas                 | consolas em betão sem rutura térmica                     | consolas isolantes                                                         |
| 9  | Estanquidade ao ar              | sem definição                                            | em definição                                                               |
| 10 | Ventilação                      | caudal: $2604 \text{ m}^3/\text{h}$ ; $0,91 \text{ l/h}$ | caudal: $1688 \text{ m}^3/\text{h}$ , $0,59 \text{ l/h}$<br>redução de 35% |
| 11 | Climatização                    | potência inst.: $111 / 121 \text{ kW}$                   | potência inst.: $69 / 75 \text{ kW}$<br>redução de 38%                     |

**Envolvente do edifício**  
**COMPONENTE PASSIVA**

**Sistemas e equipamentos**  
**COMPONENTE ATIVA**

## Fase de projeto – soluções iniciais vs finais



### Projeto:

- 5 unidades mono-split
- 13 unidades multi-split

### Potência térmica:

arref. 112 kW | aquec. 121 kW

### Obra:

- 5 unidades mono-split
- 7 unidades multi-split
- Pré-instalação 6 uni. multi-split

### Potência térmica:

arref. 69 kW | aquec. 75 kW

### Operação:

- Monitorizar desempenho
- Avaliar necessidade de instalar mais unidades

## Fase de obra – maiores desafios

### Estanquidade ao ar



Caudal  
de fugas

$$n_{50} = \frac{\text{Caudal de fugas}}{\text{Volume interior}}$$

Volume  
interior

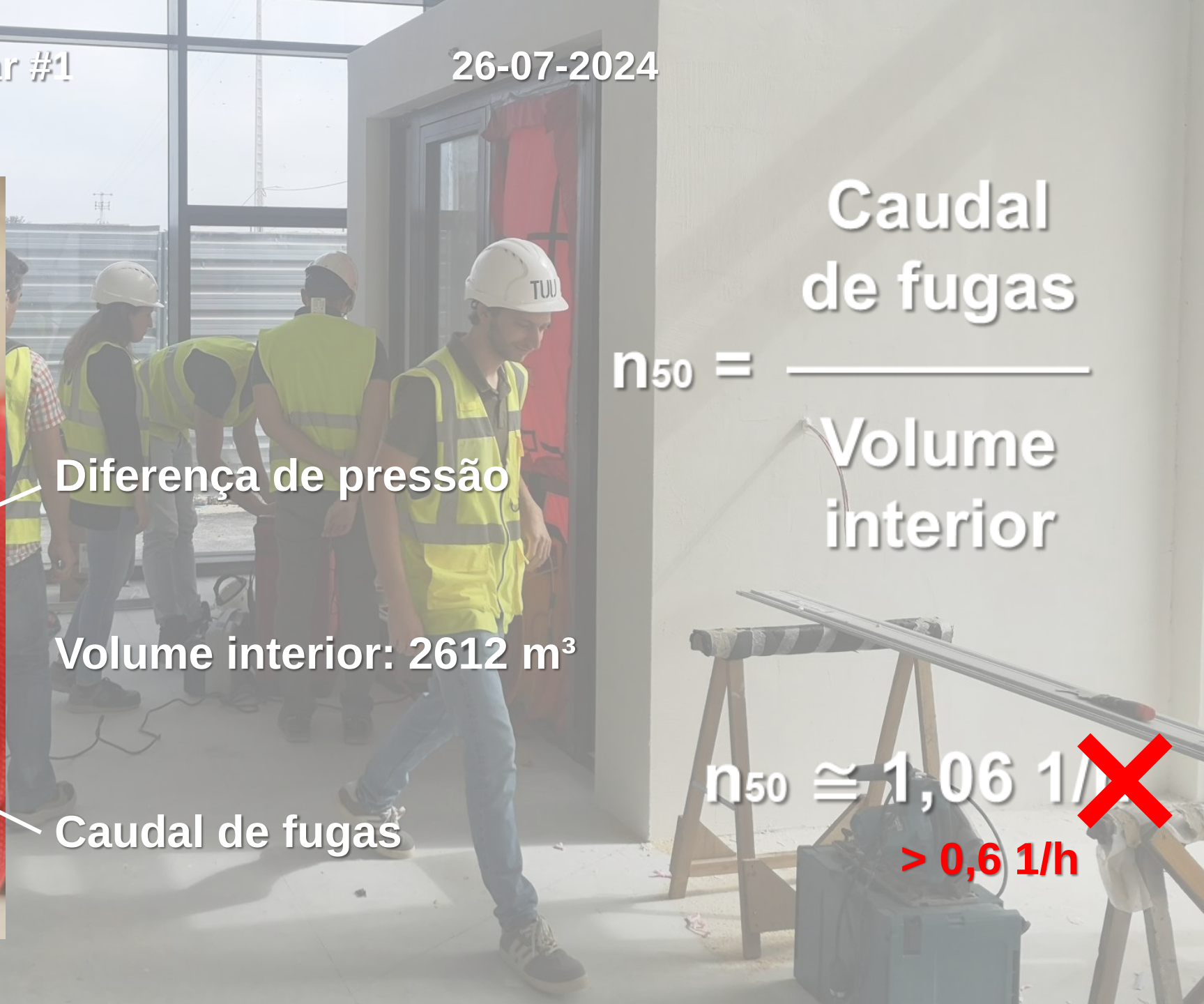
Diferença de pressão

Volume interior: 2612 m<sup>3</sup>

Caudal de fugas

$$n_{50} \cong 1,06 \text{ l/h}$$

> 0,6 l/h



Ensaio de estanquidade ao ar #1

26-07-2024

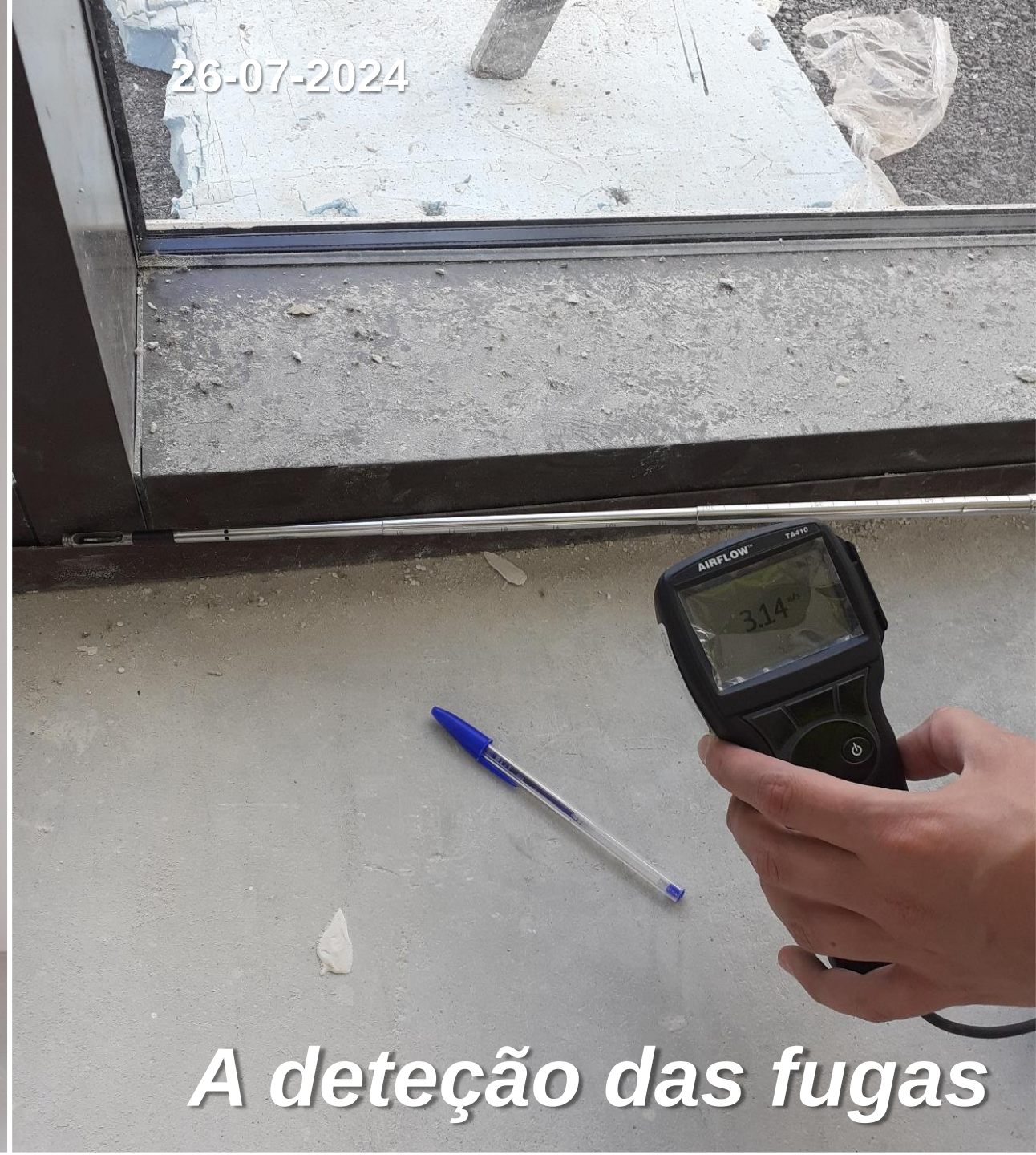


*Rostos apreensivos...*

## Ensaio de estanquidade ao ar #1



26-07-2024



*A deteção das fugas*

Ensaio de estanquidade ao ar #1

26-07-2024

*A deteção das fugas*



Ensaio de estanquidade ao ar #2

09-08-2024

Caudal  
de fugas

$$n_{50} = \frac{\text{Caudal de fugas}}{\text{Volume interior}}$$

Volume  
interior

Diferença de pressão

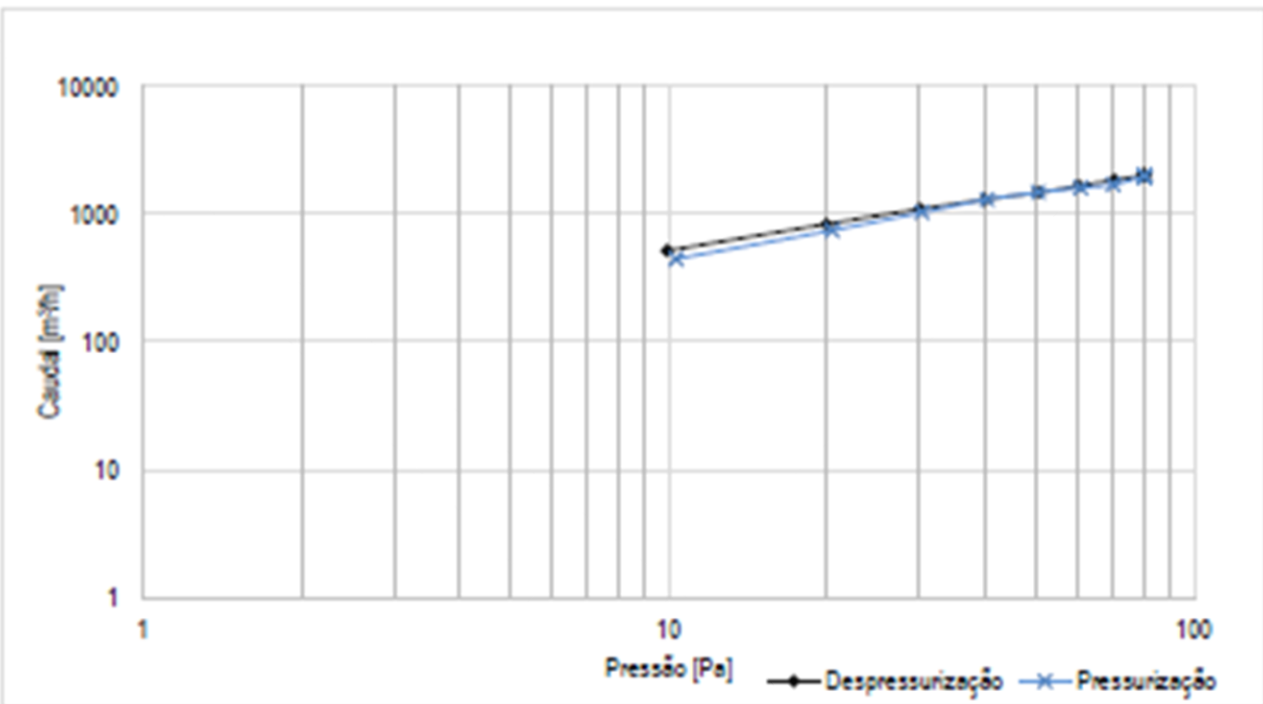
Volume interior: 2612 m<sup>3</sup>

Caudal de fugas

$$n_{50} \cong 0,56 \text{ 1/h} \checkmark$$

> 0,6 1/h





Conclusões / Resultados combinados:

|                                                  | Resultado | Intervalo confiança 95% |         |
|--------------------------------------------------|-----------|-------------------------|---------|
| $Q_{50} [\text{m}^3/\text{h}]$                   | 1447.91   | 1401.79                 | 1495.95 |
| $n_{50} [\text{h}^{-1}]$                         | 0.55      | 0.54                    | 0.57    |
| $Q_{150} [\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)]$ | 0.92      | 0.89                    | 0.95    |
| $Q_{750} [\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)]$ | 1.83      | 1.77                    | 1.89    |
| $ELA_{50} [\text{cm}^3]$                         | 332       | 318                     | 348     |
| $ELA_{50} [\text{cm}^3/\text{m}^2]$              | 0.21      | 0.20                    | 0.22    |
| $ELA_{750} [\text{cm}^3/\text{m}^2]$             | 0.42      | 0.40                    | 0.44    |



Relieved faces...

# Conclusão da certificação

Certificate

homeGrid

Authorised by:

Passive House Institute

Dr. Wolfgang Feist

84283 Darmstadt

Germany

Certified Passive House Plus

Sede da Danosa

Rua do Norte, 3100-342 Pombal, Portugal

Certified

Passive House

Passive House Institute

classic | plus | premium |

|                   |                                                                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Client            | DANOSA EUROFOAM LDA<br>Rua do Norte<br>3100-342 Pombal, Portugal                                    |
| Architect         | Vinhas Arquitectos<br>Rua Professor Gonçalves Figueira<br>3100-485 Pombal, Portugal                 |
| Building Services | Climacom<br>Rua da Junqueira, Armazém nº4<br>3800-034 Cacia, Portugal                               |
| Energy Consultant | João Gustavo Caetano Abrantes da Silva<br>Avenida da Fonte Nova, S/N<br>3050-379 Mealhada, Portugal |

Passive House buildings offer excellent thermal comfort and very good air quality all year round. Due to their high energy efficiency, energy costs as well as greenhouse gas emissions are extremely low.

The design of the above-mentioned building meets the criteria defined by the Passive House Institute for the 'Passive House Plus' standard:

| Building quality                  |                                                     | This building | Criteria | Alternative criteria |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------|----------|----------------------|
| Heating                           | Heating demand [kWh/(m²a)]                          | 15            | ≤ 15     | -                    |
|                                   | Heating load [W/m²]                                 | 13            | ≤ -      | 10                   |
| Cooling                           | Cooling + dehumidification demand [kWh/(m²a)]       | 4             | ≤ 15     | 15                   |
|                                   | Cooling load [W/m²]                                 | 10            | ≤ -      | 11                   |
|                                   | Frequency of overheating (> 25 °C) [%]              | -             | ≤ -      | -                    |
|                                   | Frequency of excessively high humidity [%]          | 0             | ≤ 10     | -                    |
| Airtightness                      | Pressurization test result (n <sub>50</sub> ) [1/h] | 0.6           | ≤ 0.6    | -                    |
| Non-renewable primary energy (PE) | PE demand [kWh/(m²a)]                               | 103           | ≤ -      | -                    |
| Renewable primary energy (PER)    | PER-demand [kWh/(m²a)]                              | 55            | ≤ 45     | 55                   |
|                                   | Generation (reference to ground area) [kWh/(m²a)]   | 1852          | ≥ 60     | 76                   |

The associated certification booklet contains more characteristic values for this building.

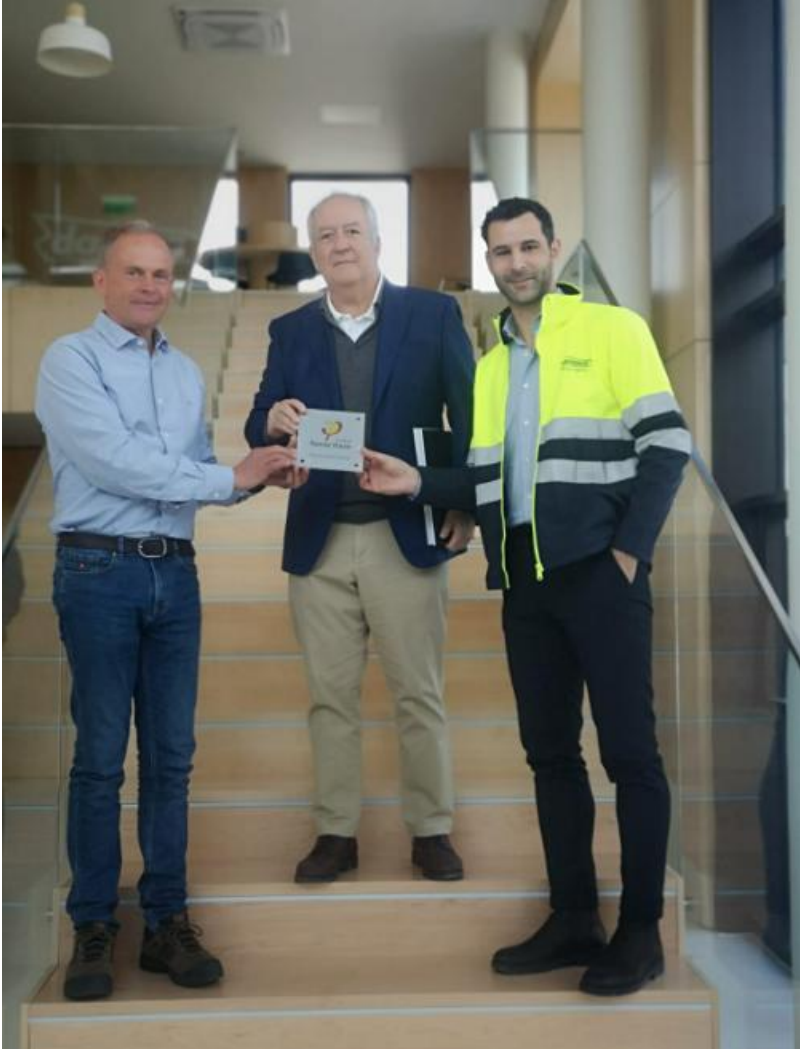
ilhavo

13/03/2025

Certifier: João Marcelino, Homegrid, Lda

www.passivehouse.com

47851-47858\_HGRID\_PH\_20250317\_JOM



## Custos de construção (baseado nos dados fornecidos pelo promotor e pela equipa de gestão da obra)

| ID | SOLUÇÃO                         | INICIAL                              | FINAL                                                  | VARIAÇÃO CUSTO    |
|----|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|
| 1  | Cobertura (isolamento)          | 160 mm; U = 0,209 W/m²K              | 220 mm; U = 0,156 W/m²K                                | + 0,19 %          |
| 2  | Paredes exteriores (isolamento) | 100 mm; U = 0,268 W/m²K              | 100 mm; U = 0,268 W/m²K                                | 0,00 %            |
| 3  | Pavimento (isolamento)          | 50 mm; U = 0,609 W/m²K               | 100 mm; U = 0,330 W/m²K                                | + 0,16 %          |
| 4  | Caixilharia                     | Uf = 9,00 a 12,00 W/m²K              | Uf = 1,40 a 4,10 W/m²K                                 | 0,00 %            |
| 5  | Vidro                           | Ug = 1,0 W/m²K; g = 0,22             | Ug = 1,0 W/m²K; g = 0,28                               | 0,00 %            |
| 6  | Perfil intercalar dos vidros    | alumínio $\Psi$ = 0,10 W/mK          | warm edge $\Psi$ = 0,05 W/mK                           | + 0,09 %          |
| 7  | Sombreamento                    | -                                    | blackouts interiores + telas exteriores (50% dos vãos) | 0,00 %            |
| 8  | Pontes térmicas                 | consolas em betão sem rutura térmica | consolas isolantes                                     | + 0,63 %          |
| 9  | Estanquidade ao ar              | sem definição                        | em definição                                           | 0,00 %            |
| 10 | Ventilação                      | caudal: 2604 m³/h; 0,91 1/h          | caudal: 1688 m³/h, 0,59 1/h<br>redução de 35%          | 0,00 %            |
| 11 | Climatização                    | potência inst.: 111 / 121 kW         | potência inst.: 69 / 75 kW<br>redução de 38%           | - 1,40 %          |
|    |                                 |                                      |                                                        | balanço: - 0,34 % |

**Envolvente do edifício**  
**COMPONENTE PASSIVA**

**Sistemas e equipamentos**  
**COMPONENTE ATIVA**

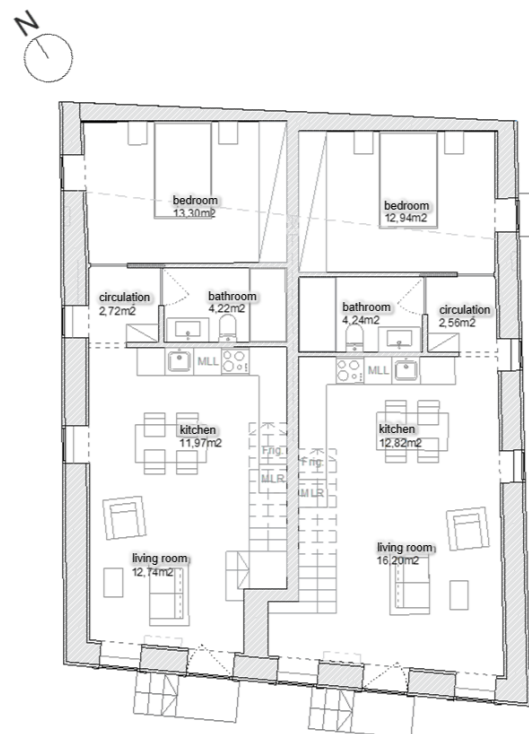
**Projetos Passive House**

# **Casa da Palmeira**

**Análise de dois anos de monitorização**

# Introdução

- Local: Ílhavo
- Área útil: 142 m<sup>2</sup>
- Reabilitação de habitação bifamiliar, 100% elétrica
- Período analisado: janeiro 2023 – janeiro 2025



## Introdução

Foi o primeiro edifício reabilitado em Portugal a obter a certificação Passive House.



# Casa da Palmeira



O edifício existente

## Casa da Palmeira



Durante a obra

Casa da Palmeira



Durante a obra

Casa da Palmeira



Texugo, “o fiscal da obra”

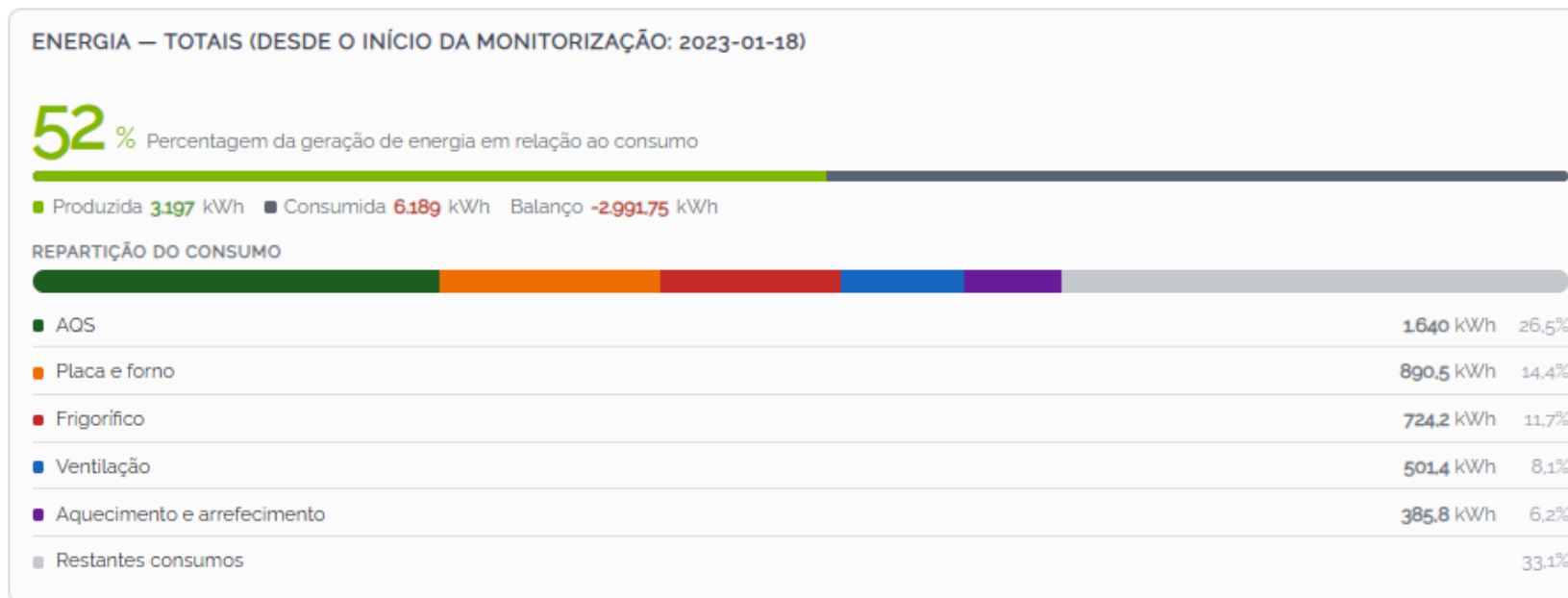
# Casa da Palmeira



Após a reabilitação

# Monitorização

- Os dados de monitorização analisados foram recolhidos durante dois anos inteiros, de 18 de janeiro de 2023 a 17 de janeiro de 2025, num apartamento.
- A plataforma (ZEUS versão 6.1.28, desenvolvida pela Microcom) foi configurada pela Homegrid e fornece acesso aberto aos dados sinópticos em tempo real.
- Os dados são recolhidos a cada minuto, totalizando 1 059 282 pontos de dados para cada parâmetro nos dois anos.
- O acesso é livre a partir: <https://homegrid.pt/projects/plataforma-de-monitorizacao-em-tempo-real/>



# Monitorização

<https://homegrid.pt/projects/plataforma-de-monitorizacao-em-tempo-real/>

| CONDIÇÕES INTERIORES |        |
|----------------------|--------|
| Temperatura          | 25,9°C |
| Humidade relativa    | 60,7%  |
| CO <sub>2</sub>      | 499ppm |

| CONDIÇÕES EXTERIORES |        |
|----------------------|--------|
| Temperatura          | 26,9°C |
| Humidade relativa    | 57,7%  |

| ENERGIA — INSTANTÂNEO       |         |
|-----------------------------|---------|
| Total                       | 0,049kW |
| Aquecimento e arrefecimento | 0,002kW |
| AQS                         | 0,007kW |
| Frigorífico                 | 0,000kW |
| Ventilação                  | 0,015kW |
| Placa e forno               | 0,001kW |
| Geração                     | 0,193kW |
| Balanco                     | 0,144kW |

| ENERGIA — TOTAIS (DESDE O INÍCIO DA MONITORIZAÇÃO: 2023-01-18) |                                                         |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 52 %                                                           | Percentagem da geração de energia em relação ao consumo |
| ■ Produzida 3,197 kWh                                          | ■ Consumida 6,189 kWh                                   |
| Balanco -2,991,76 kWh                                          |                                                         |
| REPARTIÇÃO DO CONSUMO                                          |                                                         |
| ■ AQS                                                          | 1,640 kWh 26,5%                                         |
| ■ Placa e forno                                                | 890,5 kWh 14,4%                                         |
| ■ Frigorífico                                                  | 724,2 kWh 11,7%                                         |
| ■ Ventilação                                                   | 501,4 kWh 8,1%                                          |
| ■ Aquecimento e arrefecimento                                  | 385,8 kWh 6,2%                                          |
| ■ Restantes consumos                                           | 33,1%                                                   |

| DESCRIÇÃO EQUIPAMENTOS       |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Aquecimento e arrefecimento: | ar condicionado 2,5kW                 |
| AQS:                         | bomba de calor: 2,2kW + depósito 300l |
| Ventilação mecânica com RC:  | eficiência 82%; 0,27Wh/m³             |
| Frigorífico:                 | 221kWh/a                              |
| Placa e forno:               | 6,3kW e 2,6kW                         |
| Geração:                     | 2 painéis fotovoltaicos 0,76kW        |

| RESULTADOS DO BALANÇO ENERGÉTICO (PHPP) |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| Necessidades de aquecimento:            | 16 kWh/(m²a) |
| Carga de aquecimento:                   | 10 W/m²      |
| Necessidades de arrefecimento:          | 16 kWh/(m²a) |

## Resultados – consumo de energia

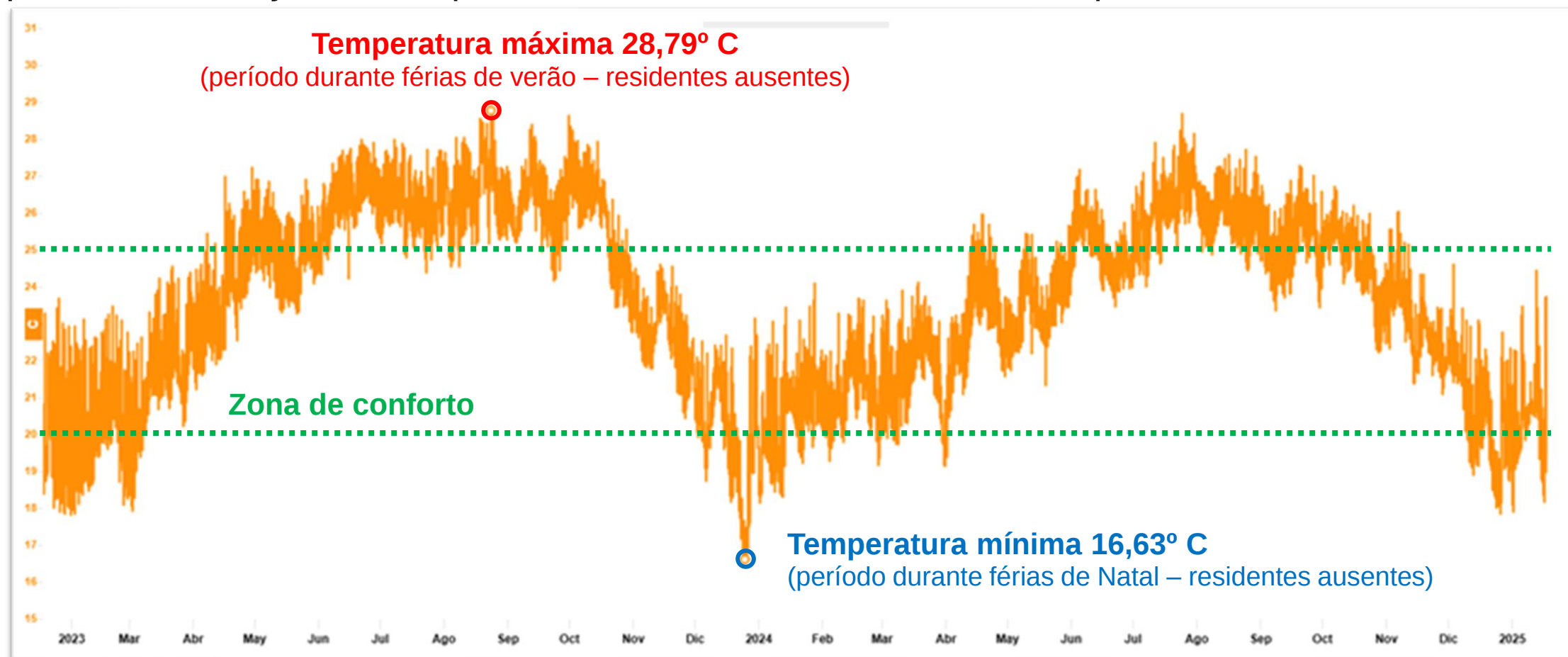
| Type of use         | Energy demand (kWh/year)<br>Real - monitoring          | %    |                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|
| Heating and cooling | 148 (heating) + 63 (cooling)<br>211 (total)            | 6,2  | Menor peso nos consumos medidos              |
| DHW                 | 893                                                    | 26,4 | Maior peso nos consumos medidos              |
| Ventilation         | 273                                                    | 8,1  |                                              |
| Refrigerator        | 401                                                    | 11,9 | Quase o dobro do ar condicionado             |
| Cooking             | 528                                                    | 15,6 |                                              |
| Total               | 3383                                                   | -    | Consumo muito baixo – inferior a 1 € por dia |
| System              | Electricity generation (kWh/year)<br>Real - monitoring | %    |                                              |
| 2 PV (0,76 kW)      | 1008                                                   | 29,8 | Equivalente a 30% do consumo total           |

## Resultados – consumo de energia VS consumo estimado (PHPP)

| Type of use         | Energy demand (kWh/year)<br>Real - monitoring          | %    | Energy demand (kWh/year)<br>Estimated - PHPP          | %    |
|---------------------|--------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------|------|
| Heating and cooling | 148 (heating) + 63 (cooling)<br>211 (total)            | 6,2  | 866 (heating) + 57 (cooling)<br>923 (total)           | 24,1 |
| DHW                 | 893                                                    | 26,4 | 682                                                   | 17,8 |
| Ventilation         | 273                                                    | 8,1  | 426                                                   | 11,1 |
| Refrigerator        | 401                                                    | 11,9 | 442                                                   | 11,5 |
| Cooking             | 528                                                    | 15,6 | 458                                                   | 11,9 |
| Total               | 3383                                                   | -    | 3834                                                  | -    |
| System              | Electricity generation (kWh/year)<br>Real - monitoring | %    | Electricity generation (kWh/year)<br>Estimated - PHPP | %    |
| 2 PV (0,76 kW)      | 1008                                                   | 29,8 | 980                                                   | 25,6 |

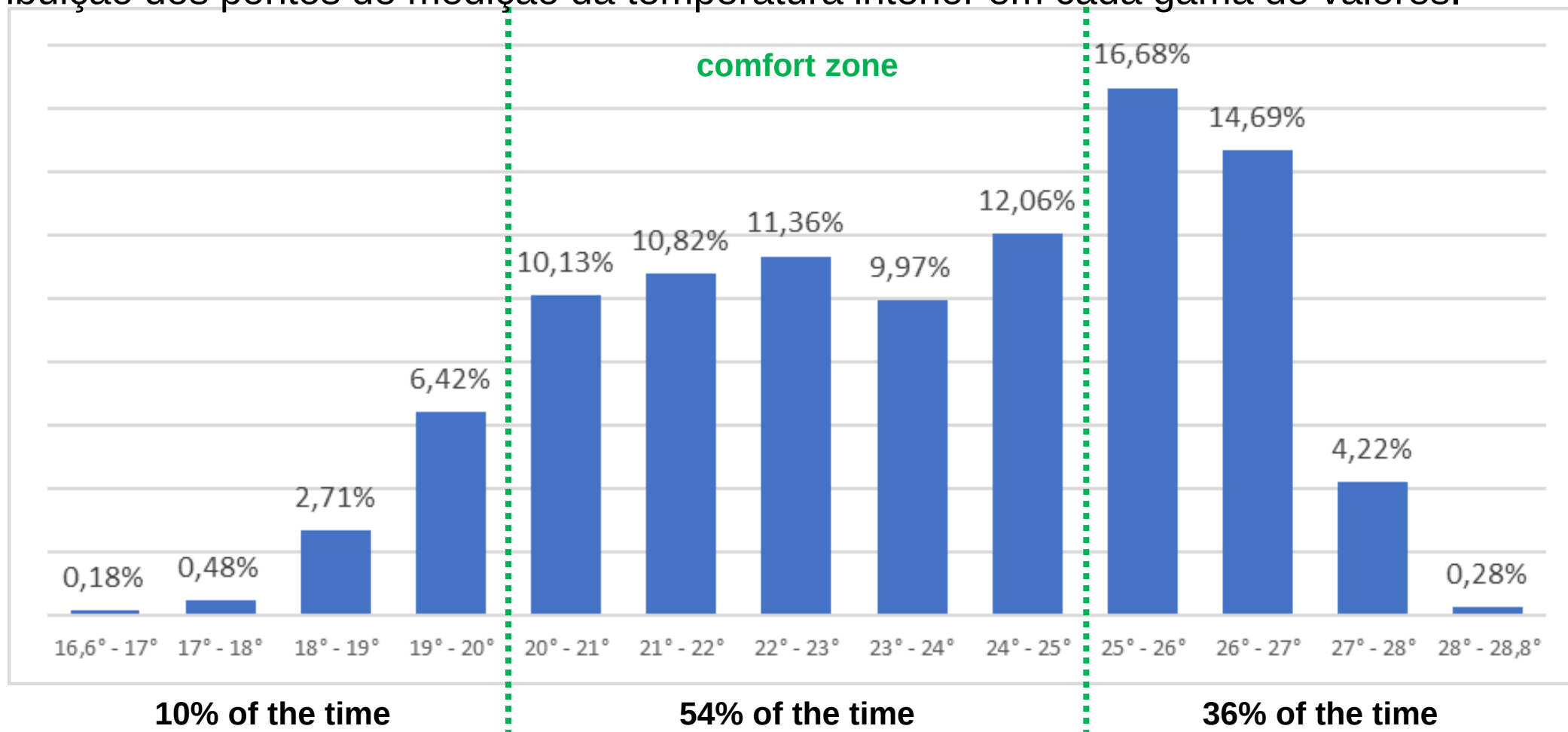
## Resultados – ambientes interiores: TEMPERATURA

Os pontos de medição da temperatura interior durante os 2 anos do período analisado.



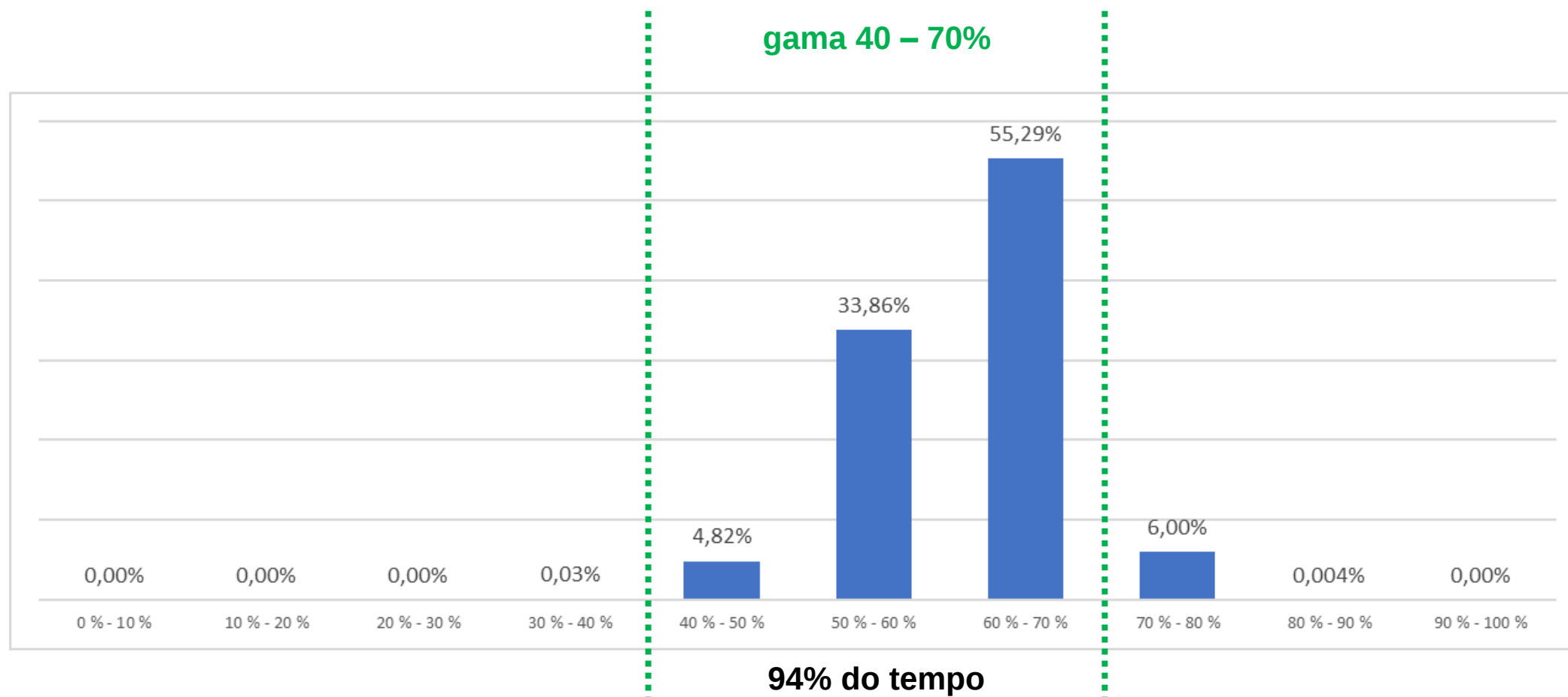
## Resultados – ambientes interiores: TEMPERATURA

A distribuição dos pontos de medição da temperatura interior em cada gama de valores.



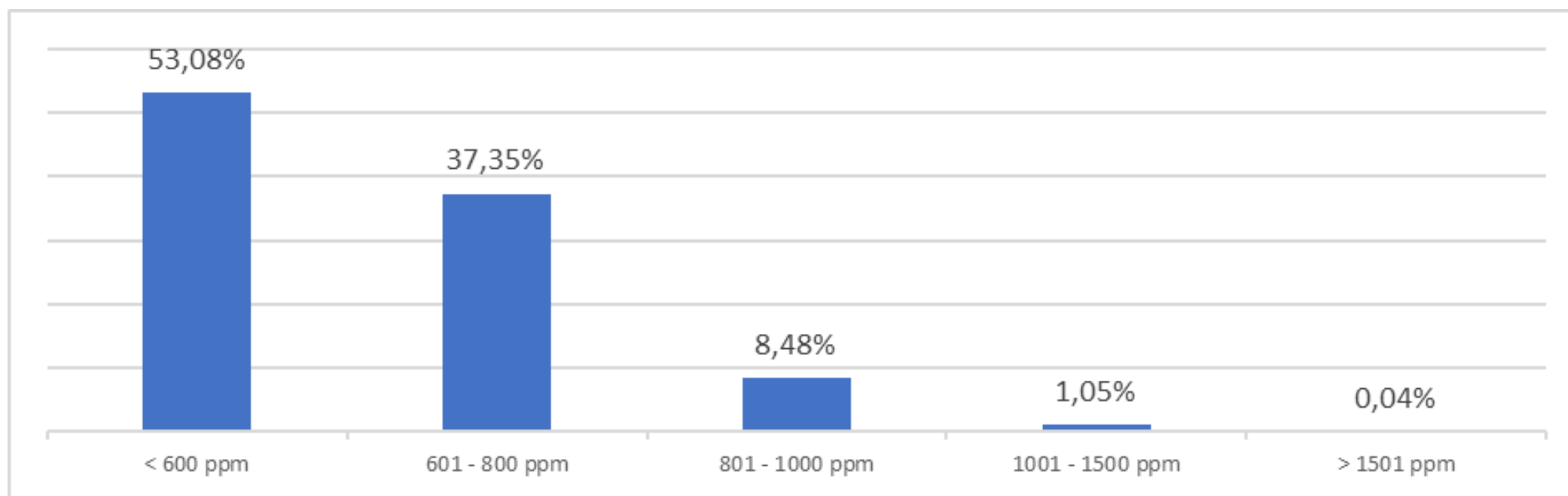
## Resultados – ambientes interiores: HUMIDADE RELATIVA

A distribuição dos pontos de medição da humidade relativa em cada gama de valores.



## Resultados – ambientes interiores: CONCENTRAÇÃO CO<sub>2</sub>

A distribuição dos pontos de medição da concentração de CO<sub>2</sub> em cada gama de valores.



## Resultados – análise

Compreender as elevadas temperaturas interiores e o baixo consumo de energia para a climatização:

- **Dados climáticos**

- 2023 e 2024 foram anos anormalmente quentes: 2023 foi o 2º ano mais quente desde 1931 em Portugal e 2024 foi o 4º.
- Os dados climáticos oficiais são de uma localização próxima e tem ligeiras diferenças.

- **Preferências e comportamento dos utilizadores**

- As temperaturas mais baixas e mais altas ocorreram em períodos de ausência dos ocupantes.
- As diferentes perceções de conforto dos ocupantes em relação aos padrões de conforto aceites internacionalmente. O feedback dos ocupantes não apresenta queixas de sobreaquecimento.

- **Localização do sensor**

- O sensor de temperatura está localizado num local mais sujeito a sobreaquecer, junto à porta de entrada envidraçada, apesar de nunca receber a incidência da radiação solar direta.

## Resultados – consumo de energia VS consumo estimado (PHPP)

| Type of use         | Energy demand (kWh/year)                    | %    | Energy demand (kWh/year)                    | %    |
|---------------------|---------------------------------------------|------|---------------------------------------------|------|
|                     | Real - monitoring                           |      | Estimated - PHPP                            |      |
| Heating and cooling | 148 (heating) + 63 (cooling)<br>211 (total) | 6,2  | 866 (heating) + 57 (cooling)<br>923 (total) | 24,1 |
| DHW                 | 893                                         | 26,4 | 682                                         | 17,8 |
| Ventilation         | 273                                         | 8,1  | 426                                         | 11,1 |
| Refrigerator        | 401                                         | 11,9 | 442                                         | 11,5 |
| Cooking             | 528                                         | 15,6 | 458                                         | 11,9 |
| Total               | 3383                                        | -    | 3834                                        | -    |
| System              | Electricity generation (kWh/year)           | %    | Electricity generation (kWh/year)           | %    |
|                     | Real - monitoring                           |      | Estimated - PHPP                            |      |
| 2 PV (0,76 kW)      | 1008                                        | 29,8 | 980                                         | 25,6 |

# Resultados – consumo de energia VS consumo estimado (PHPP) *Dados climáticos alterados*

| Type of use         | Energy demand (kWh/year)<br>Real - monitoring          | %    | Energy demand (kWh/year)<br>Estimated - PHPP          | %    |
|---------------------|--------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------|------|
| Heating and cooling | 148 (heating) + 63 (cooling)<br>211 (total)            | 6,2  | 155 (heating) + 181 (cooling)<br>336 (total)          | 10,3 |
| DHW                 | 893                                                    | 26,4 | 682                                                   | 21,0 |
| Ventilation         | 273                                                    | 8,1  | 426                                                   | 13,1 |
| Refrigerator        | 401                                                    | 11,9 | 442                                                   | 13,6 |
| Cooking             | 528                                                    | 15,6 | 458                                                   | 14,1 |
| Total               | 3383                                                   | -    | 3247                                                  | -    |
| System              | Electricity generation (kWh/year)<br>Real - monitoring | %    | Electricity generation (kWh/year)<br>Estimated - PHPP | %    |
| 2 PV (0,76 kW)      | 1008                                                   | 29,8 | 980                                                   | 30,2 |

Casa da Palmeira



Texugo, “o residente feliz”

# Projetos Passive House

# Obrigado!

**João Gavião**

[jg@homegrid.pt](mailto:jg@homegrid.pt) | [www.homegrid.pt](http://www.homegrid.pt)

[geral@passivhaus.pt](mailto:geral@passivhaus.pt) | [www.passivhaus.pt](http://www.passivhaus.pt)

home**grid**<sup>®</sup>

