

# Auditorias Integradas de verão. Avaliação das condições de conforto térmico

Luis Matias, LNEC / DED  
2016-05-25



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



AdaPT A :T  
AdaPTação às  
Alterações Climáticas  
no setor do Turismo

# 1. Objetivos

- Analisar as condições ambientes nos espaços interiores dos Hotéis
- Avaliar as condições de conforto térmico nesses espaços
- Reduções de consumos com a climatização **sem comprometer as condições de conforto**

# 1. Objetivos

- 9 hotéis 4 e 5 estrelas; 5 (Algarve) e 4 (Lisboa)
- Auditorias de 1 a 2 semanas (verão)

**JUNHO 2015**

DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB
31	01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	01	02	03	04
05	06	07	08	09	10	11

.....

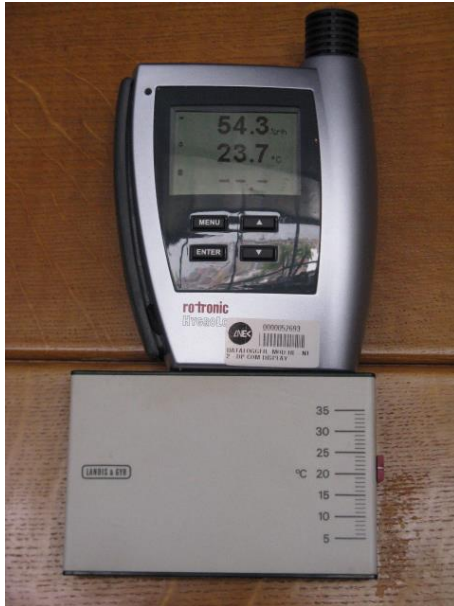
**NOVEMBRO 2015**

DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB
01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	01	02	03	04	05
06	07	08	09	10	11	12

- Medições em contínuo (1 a 2 semanas)
- Medições pontuais (1 hora)

## 2. Metodologia de estudo (1 a 2 semanas)

- Medição das condições higrotérmicas (temperatura e humidade relativa do ar), em contínuo (15 em 15 min)



## 2. Metodologia de estudo (contínuo)

- Restaurante (sala de refeições)
  - Lobby (zona de estar)
  - Piscina
  - Quartos (3 a 4 quartos)
- Zona de estar
- Cozinha
  - Lavandaria
  - Escritório do *staff* do hotel
- Zona de serviços
- Exterior
- 
- ```
graph LR; A[Restaurante (sala de refeições)] --- B[Zona de estar]; C[Lobby (zona de estar)] --- B; D[Piscina] --- B; E[Quartos (3 a 4 quartos)] --- B; F[Cozinha] --- G[Zona de serviços]; H[Lavandaria] --- G; I[Escritório do staff do hotel] --- G; J[Exterior] --- K[ ];
```

## 2. Metodologia de estudo (pontuais)

- Medição das condições ambientes (1 hora)

### Parâmetros ambientes

- Temperatura do ar,  $T_a$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Humidade relativa do ar,  $HR$  [%]
- Temperatura radiante,  $T_r$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Velocidade do ar,  $v_a$  [ $\text{m/s}$ ]

### Parâmetros individuais

- Vestuário,  $I_{cl}$  [ $1 \text{ Clo} = 0,155 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/W}$ ]
- Atividade física,  $M$  [ $1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2$ ]



**VOTO MÉDIO PREVISÍVEL, / PERCENTAGEM PREVISÍVEL INSATISFEITOS,**  
***PMV* (Predicted Mean Vote)      *PPD* (Predicted Percentage of Dissatisfied)**

## 2. Metodologia de estudo (pontuais)

- **Lobby**



## 2. Metodologia de estudo (pontuais)

- Restaurante



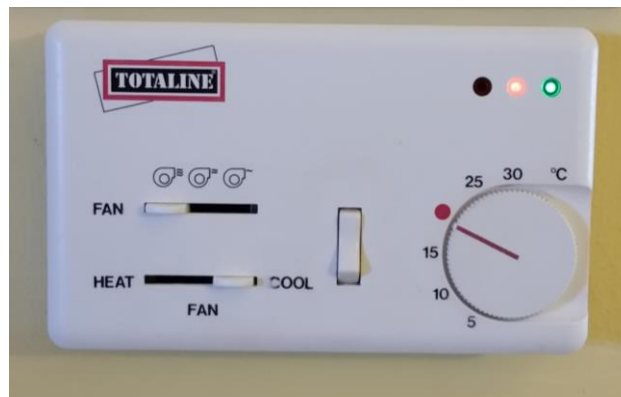


## 2. Metodologia de estudo (pontuais)

### ▪ Quarto desocupado

#### *Cenários:*

- Pronta para ocupação (informação do hotel)
- Regulação do AC (T. / vent.)
- AC (OFF) / Ventilação nat.



## 3. Critérios de conforto térmico

- **Medições em contínuo ( $T_a$  [°C] e HR [%])**
  - **25 °C / 26 °C** (verão) [19 / 27°C Edif. Híbridos]
  - (Cozinhas): 18 °C a 26 °C / **30 °C** (NP)  
 $HR$  de 30 a 80% / **< 70%** (NP)
  - (Piscinas)  
 $T_a > T_{\text{água}}$  com  $T_a > \mathbf{24\text{ °C}}$   
 $HR$  de **55 a 75%**
- **Medições pontuais ( $PMV$  e  $PPD$  [%])**
  - **- 0,7 <  $PMV$  < + 0,7** (Cat. III: Edifícios existentes)
  - **$PPD$  < 15%**

## 3. Critérios de conforto térmico

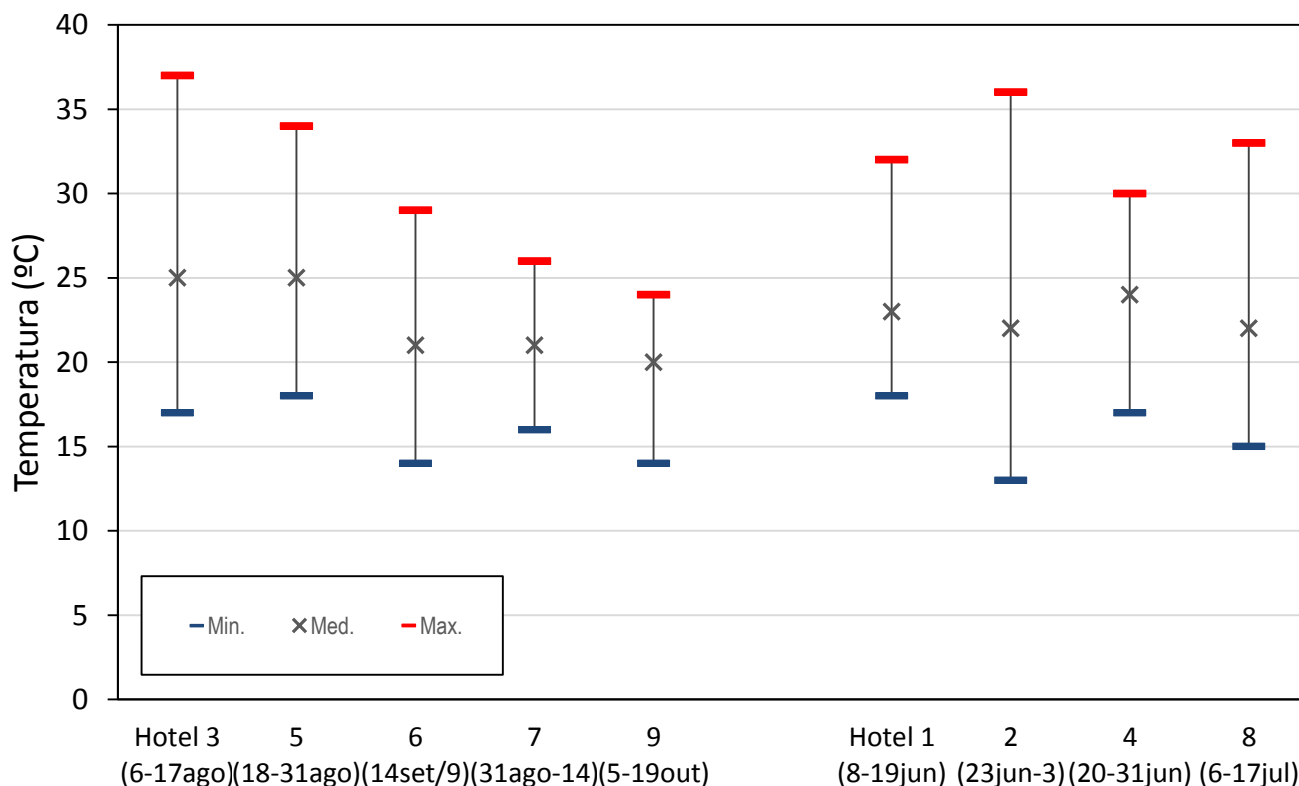
- **Medições em contínuo ( $T_a$  [°C] e HR [%])**

| <i>Espaço interior do hotel</i>                    | <i>CONFORTO TÉRMICO<br/>(valores de referência)</i> |         |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|
|                                                    | $T_a$ (°C)                                          | HR (%)  |
| Restaurantes, quartos, escritório,<br>e lavandaria | < 25                                                | -       |
| Cozinha                                            | < 30                                                |         |
| Piscina                                            | > 24                                                | 55 a 75 |

- **Medições pontuais ( $PMV$  e  $PPD$  [%])**
  - $PPD < 15\%$       (*Cat. III: Edifícios existentes*)

# 3. Resultados (contínuo)

- Clima exterior



## Condições de verão

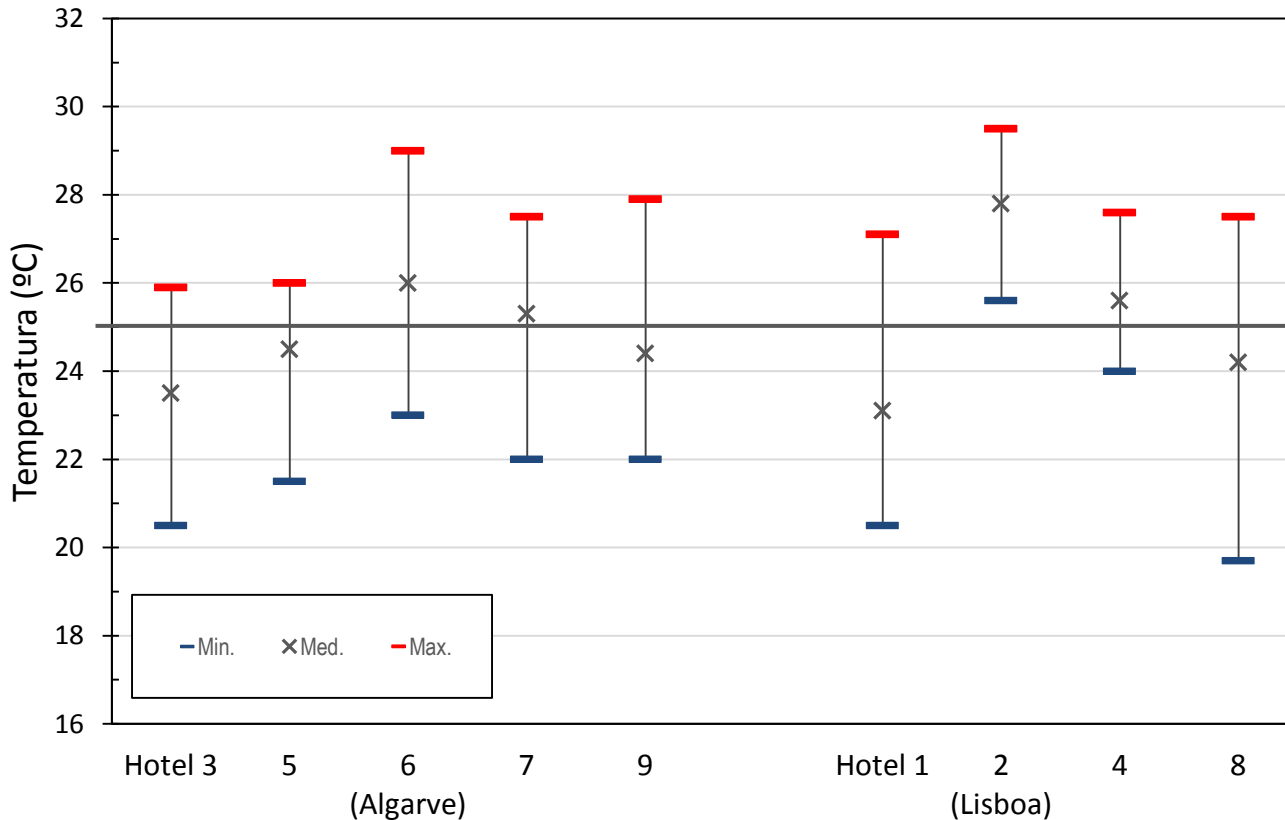
$T_{max} = 37\text{ °C}$

$T_{min} = 13\text{ °C}$

$T_{med} = 20\text{ a }25\text{ °C}$

# 3. Resultados (contínuo)

## Restaurantes



### Geral

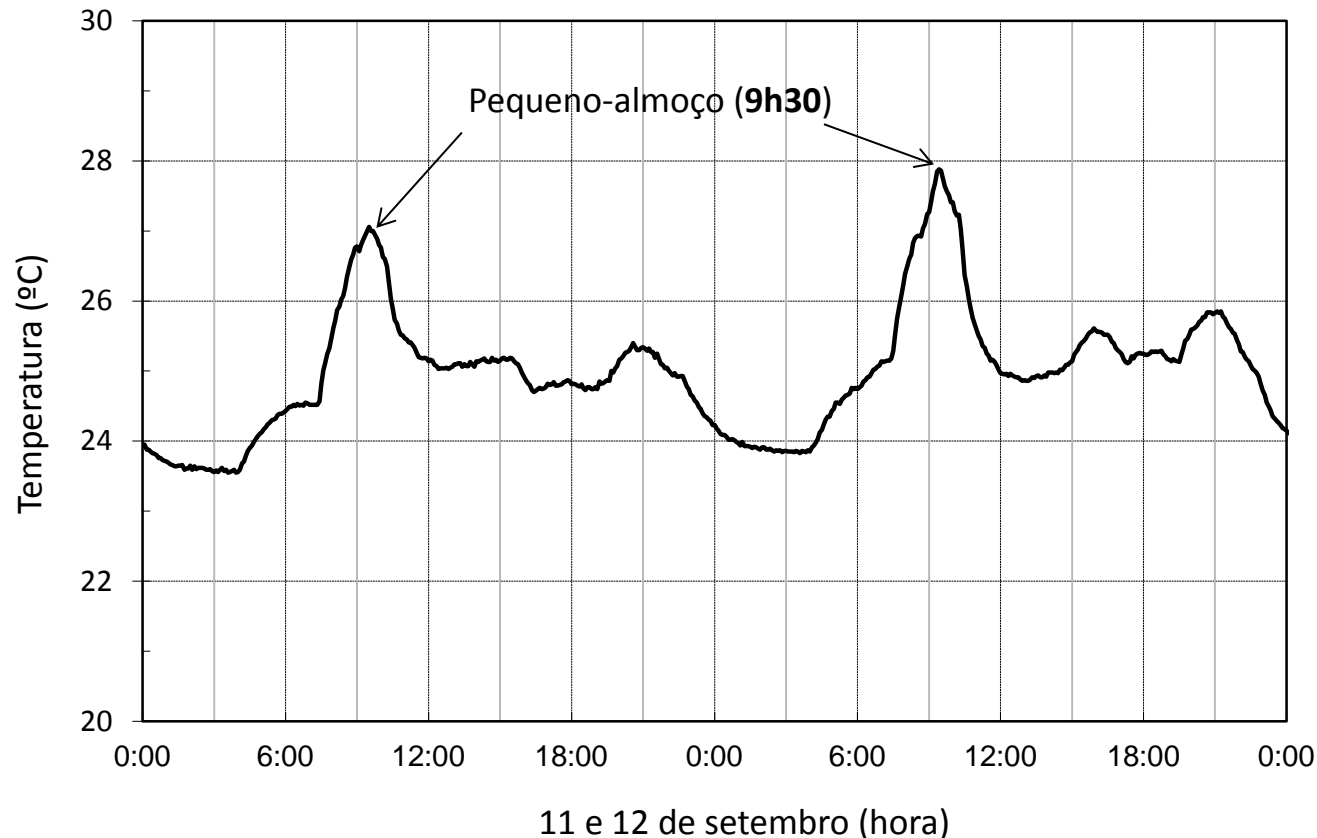
$$23 \text{ }^\circ\text{C} < T_{\text{med}} < 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

### Hotel 02

$$T_a > 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

# 3. Resultados (contínuo)

- Restaurante

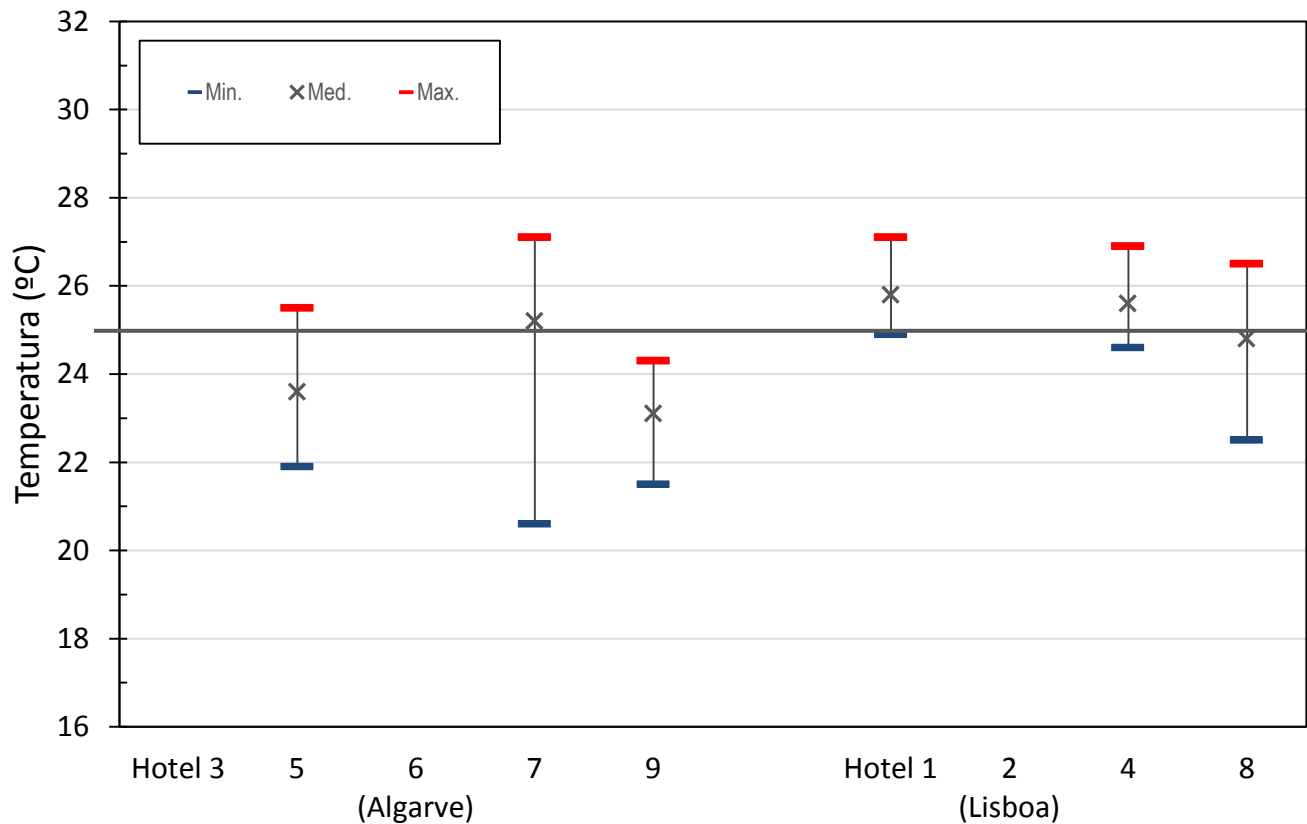


## Tmax

Preparação / Início dos pequenos-almoços

# 3. Resultados (contínuo)

- Lobby

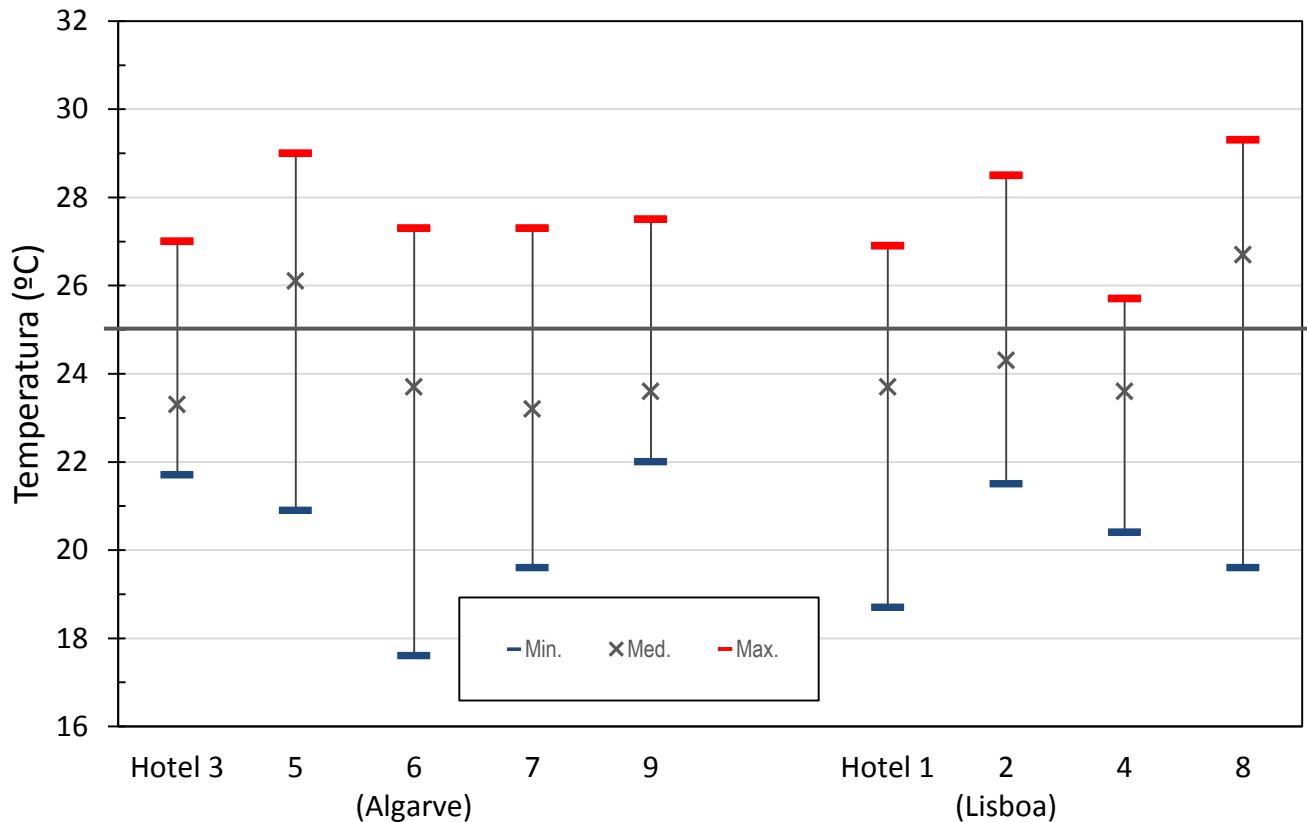


## Geral

$$23 \text{ }^\circ\text{C} < T_{\text{med}} < 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

# 3. Resultados (contínuo)

- Quartos (3 ou 4)



## Geral

$$23 \text{ °C} < T_{\text{med}} < 26 \text{ °C}$$

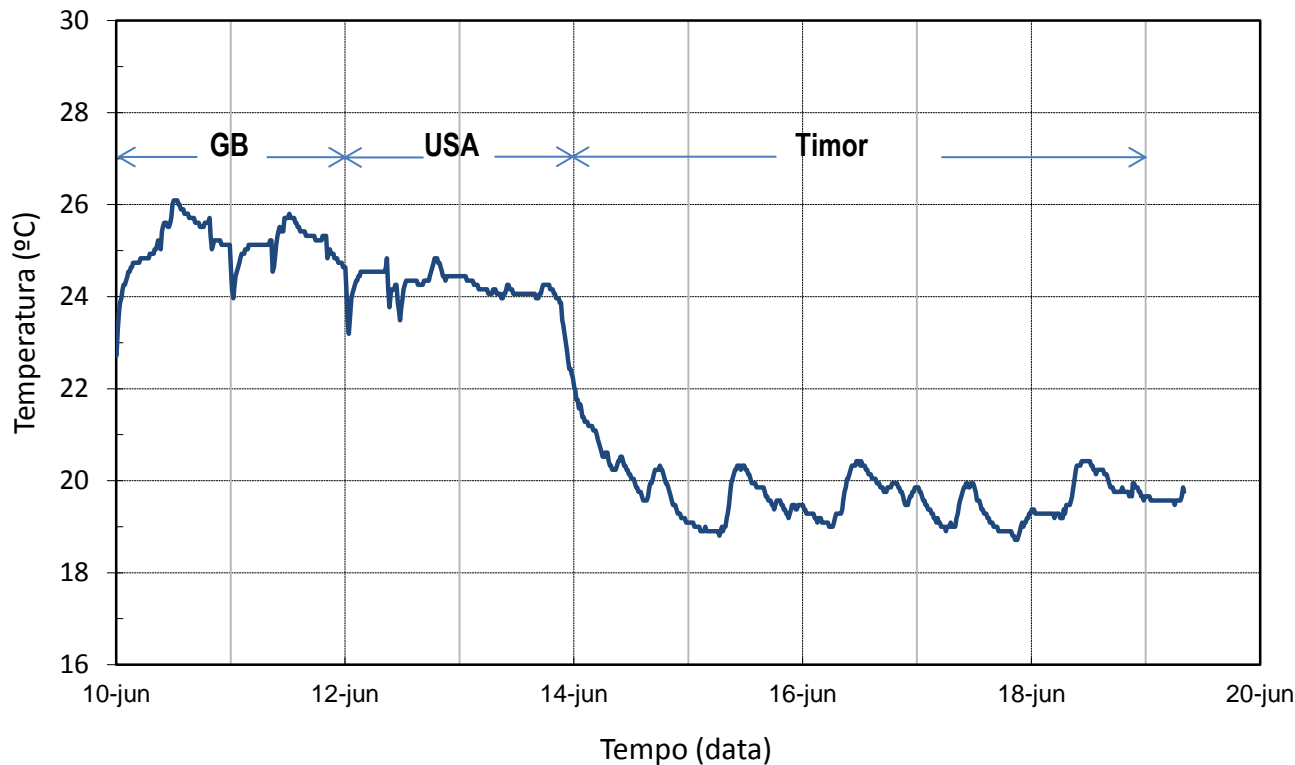
## Tmax

29 °C



## 3. Resultados (contínuo)

- Quartos (conhecendo a ocupação)



**Capacidade de arrefecimento do AC**

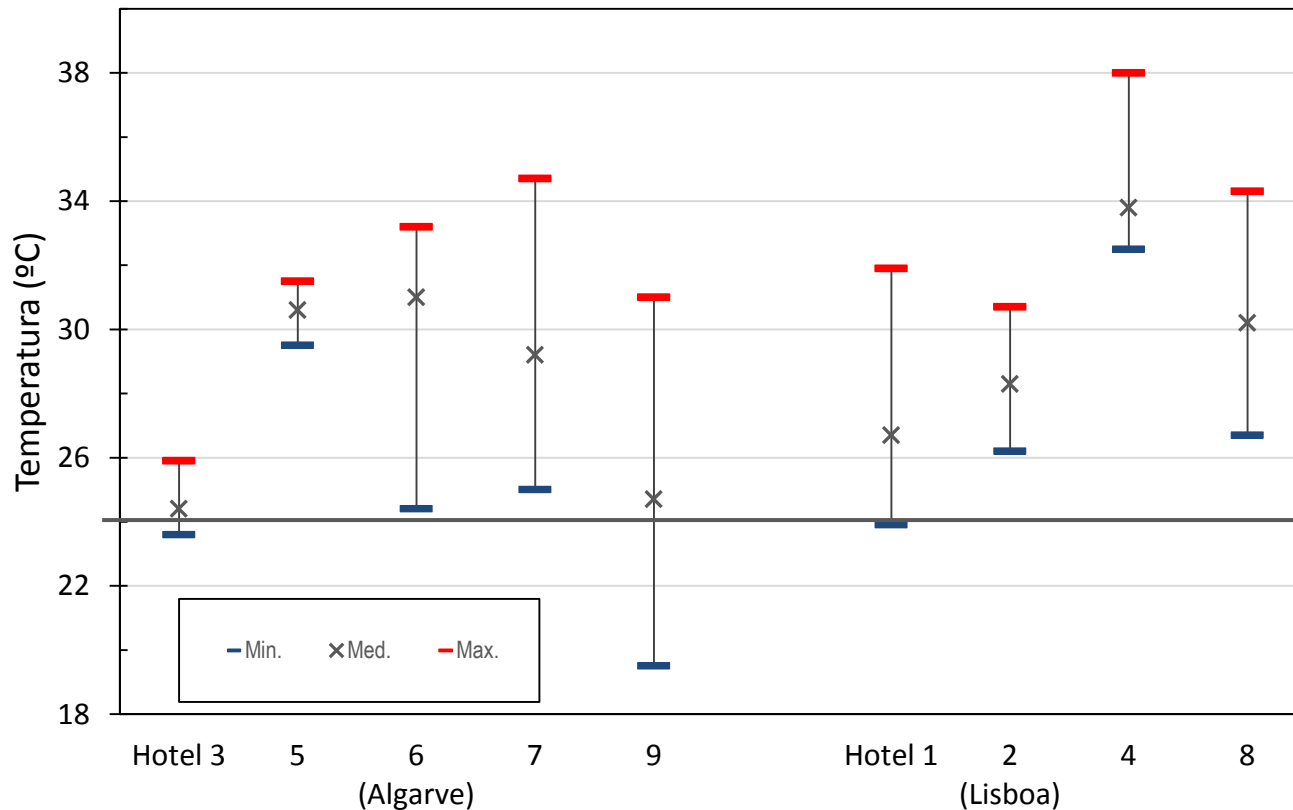
24 °C / 20 °C

**Subjetividade do conforto térmico**

Fatores psicossociais culturais

# 3. Resultados (contínuo)

- Piscina interior

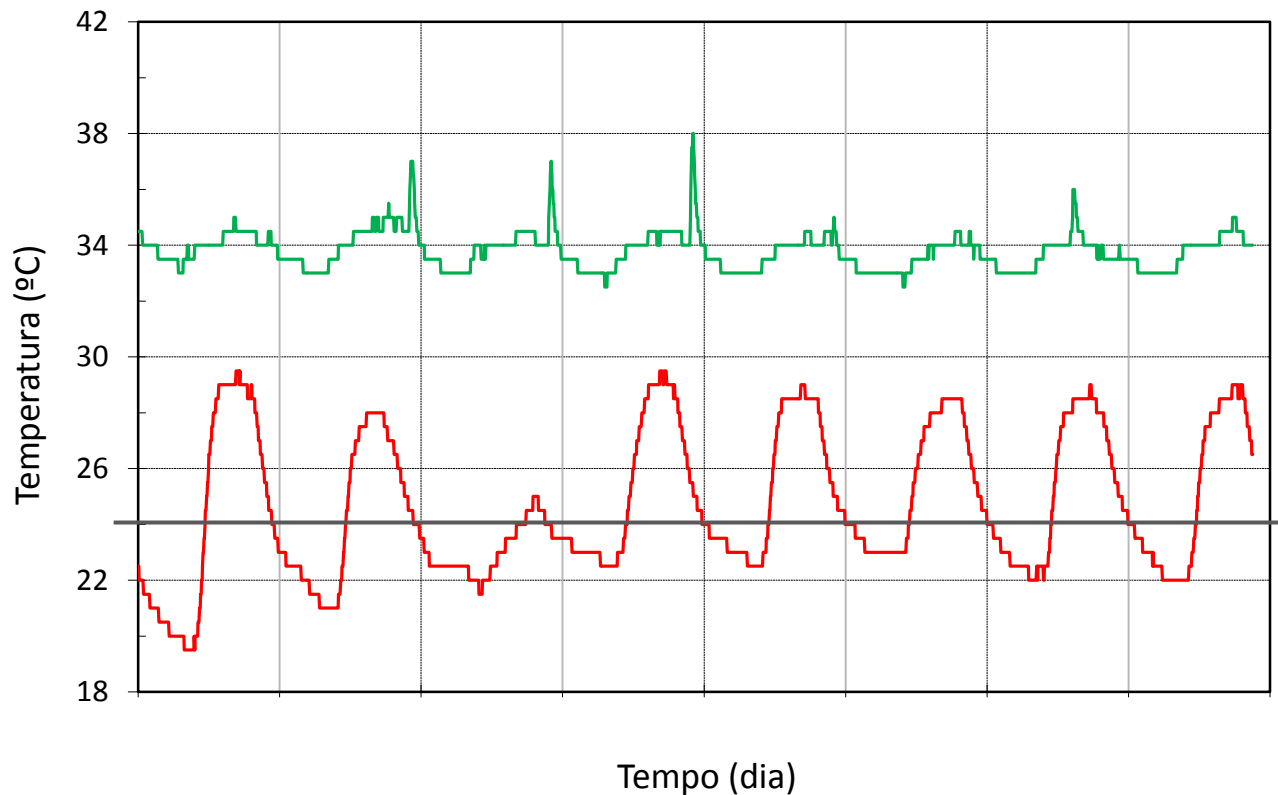


## Geral

$T_{med} > 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (min.)

# 3. Resultados (contínuo)

- Piscina interior

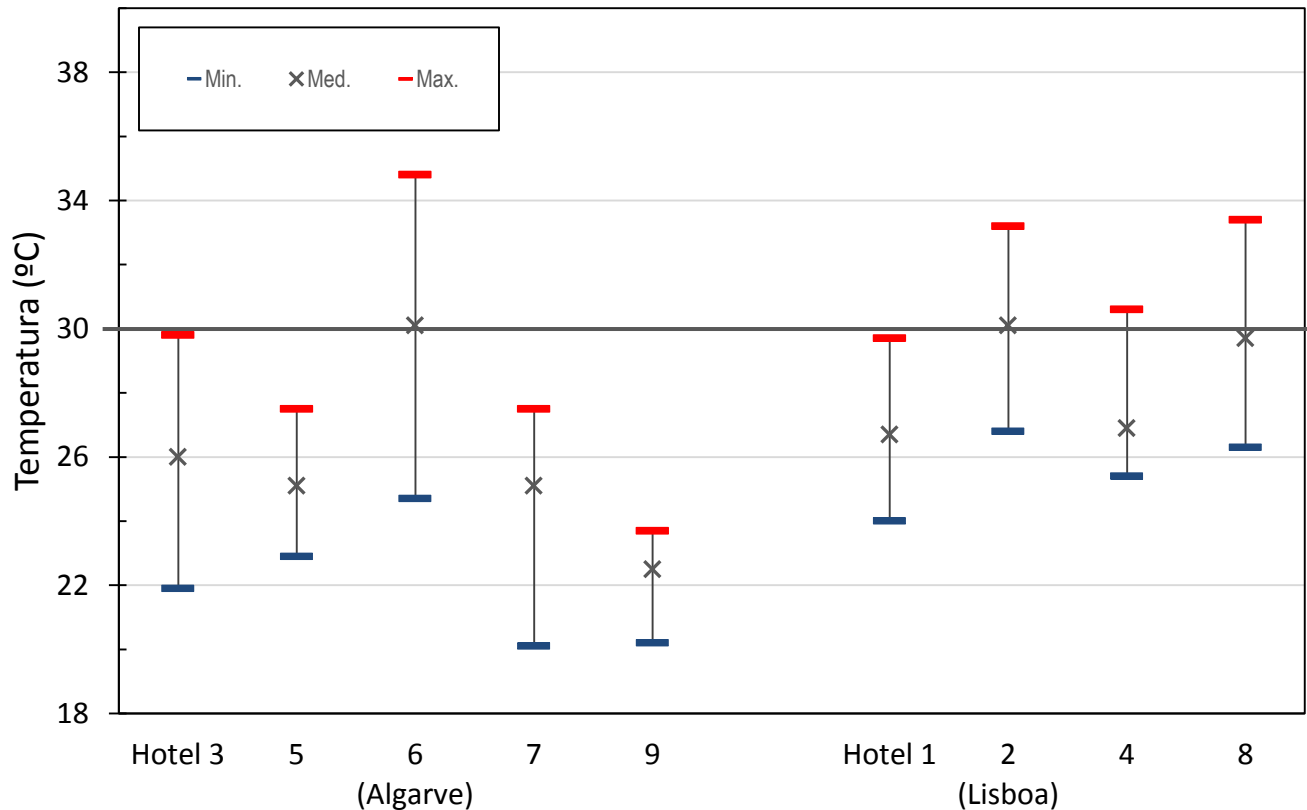


Período da manhã

Ta < 24°C

# 3. Resultados (contínuo)

- Cozinha



**Geral**

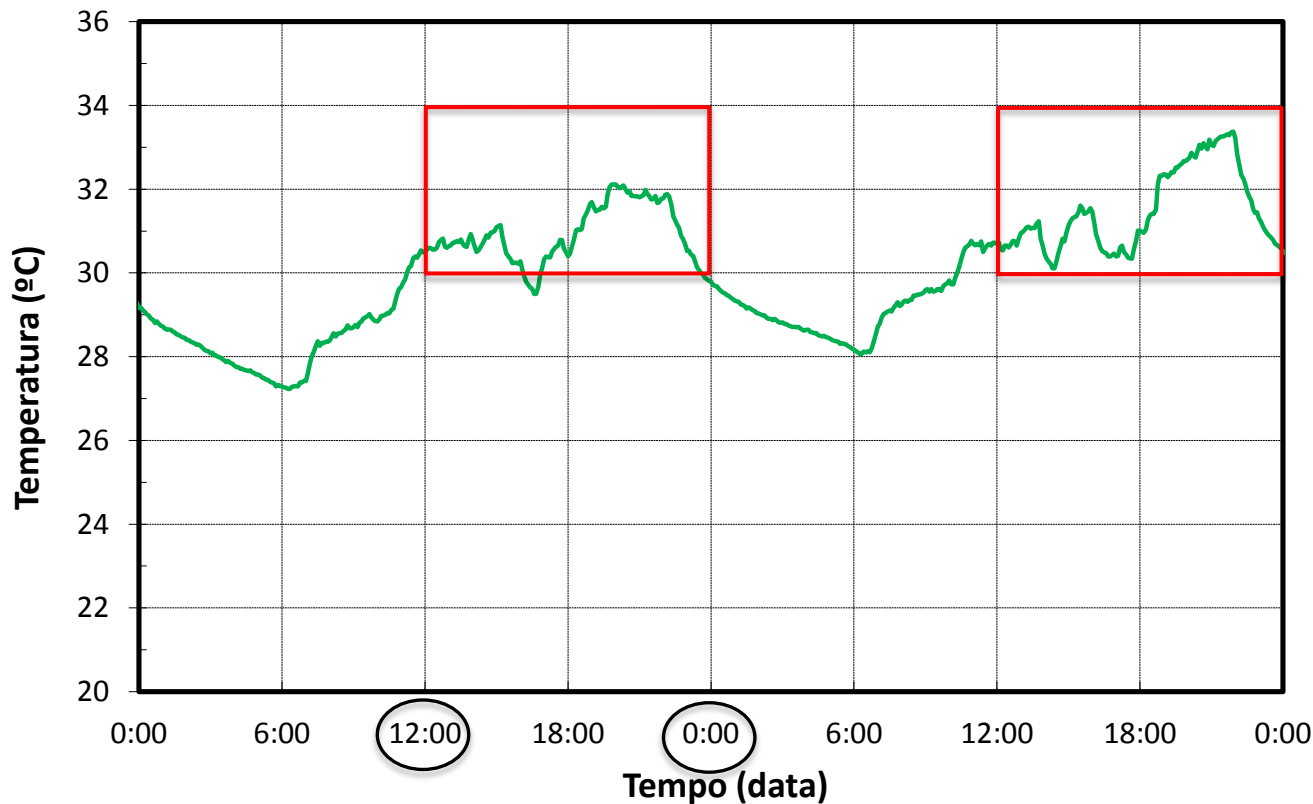
$22\text{ °C} < T_{\text{med}} < 30\text{ °C}$

**Tmax**

**34 °C**

# 3. Resultados (contínuo)

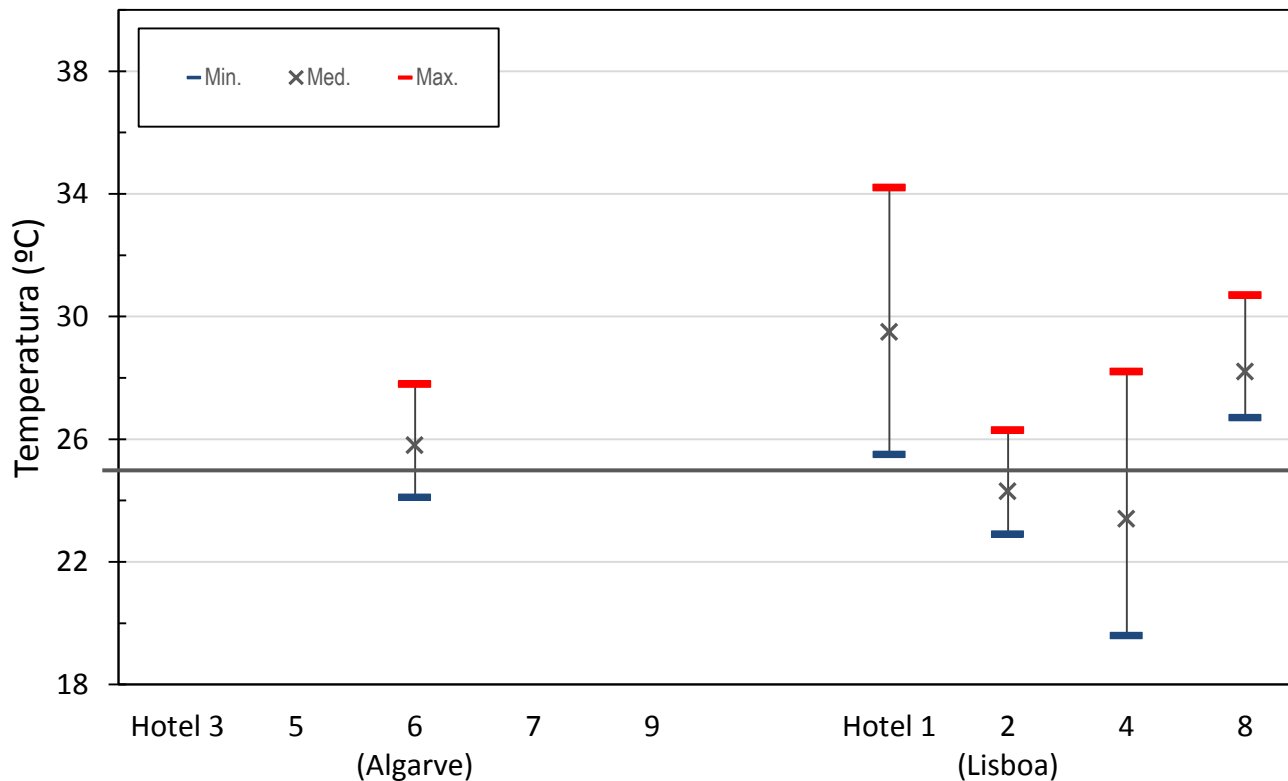
- Cozinha



Período da tarde e noite:  
 $T_a > 30^{\circ}\text{C}$

# 3. Resultados (contínuo)

## ▪ Lavandaria



### Geral

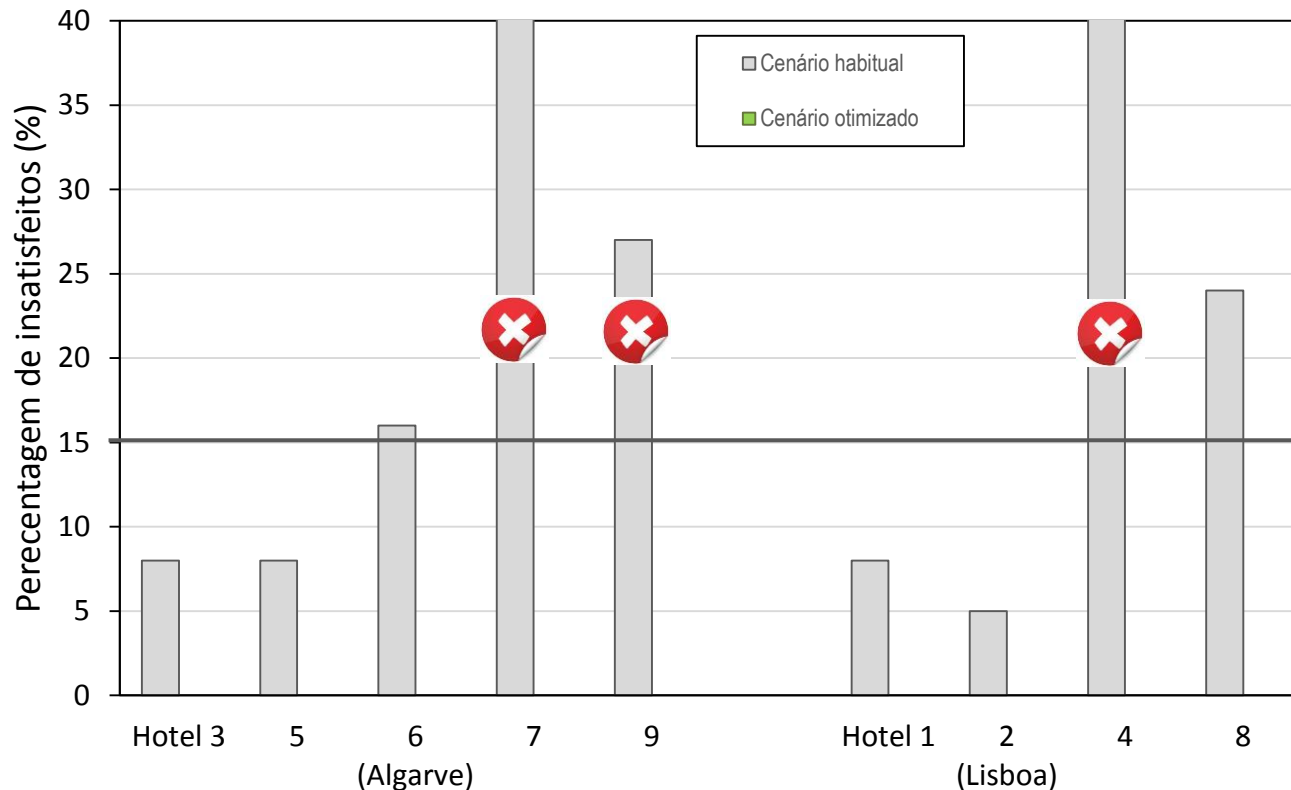
$$23 \text{ }^\circ\text{C} < T_{\text{med}} < 29 \text{ }^\circ\text{C}$$

### Hotel 01 e Hotel 08

$$T_a > 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

# 3. Resultados (medições pontuais)

- Quarto desocupado (cenários)



Conforto:  $PPD < 15\%$

Desconforto (Hotel 4,7, 9)  
**FRIO** (*arref. excessivo*)



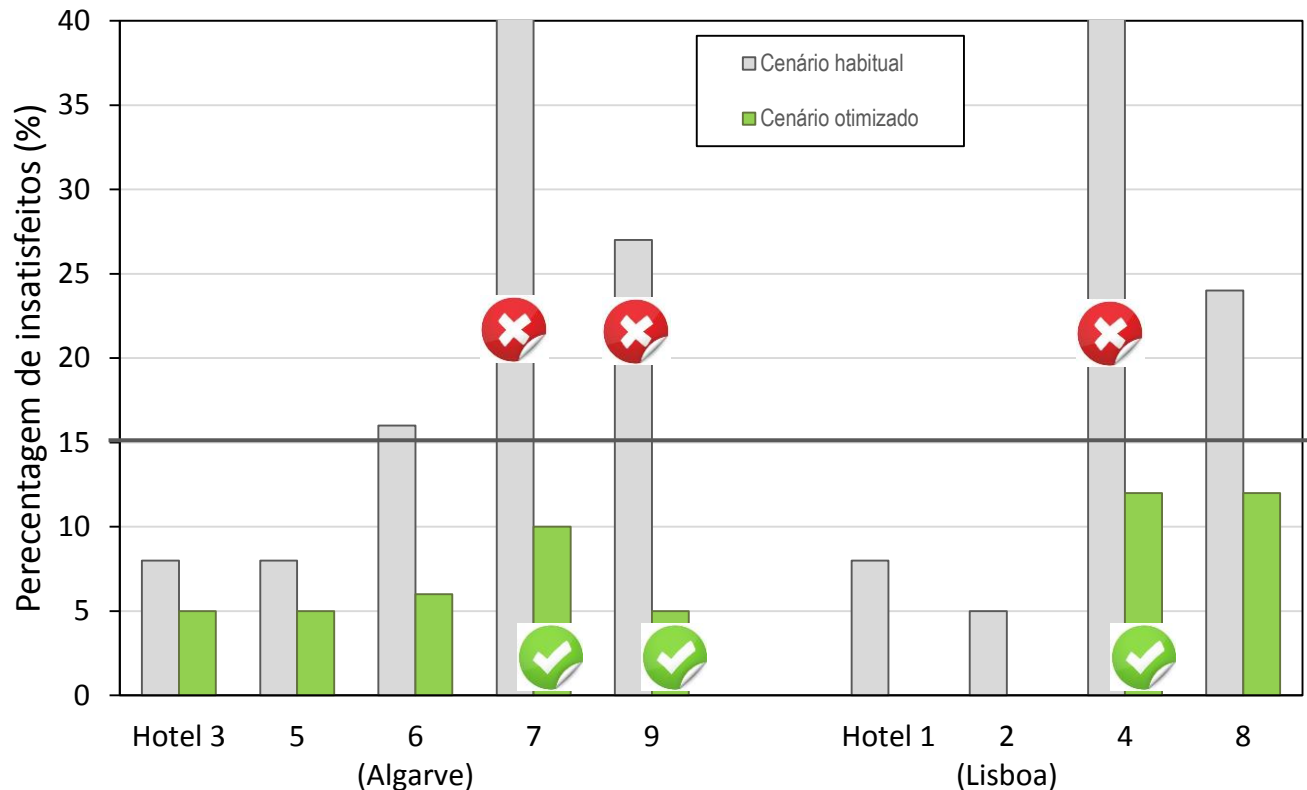
↓  $T_{term}$



↓ Vent.

# 3. Resultados (medições pontuais)

- Quarto desocupado (cenários)



Conforto:  $PPD < 15\%$

Desconforto (Hotel 4,7, 9)  
**FRIO** (*arref. excessivo*)



↓  $T_{term}$



↓ Vent.



## 3. Resultados (medições pontuais)

- Quarto desocupado (cenários)

| <i>CENÁRIO HABITUAL</i><br>(Quarto pronto a ser ocupado) |                              |                               |                   | <i>CENARIO OTIMIZADO</i>                              |                              |                               |                   |
|----------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| <i>Condições de ensaios</i>                              | <i>T<sub>a</sub></i><br>(°C) | <i>v<sub>a</sub></i><br>(m/s) | <i>PPD</i><br>(%) | <i>Condições de ensaios</i>                           | <i>T<sub>a</sub></i><br>(°C) | <i>v<sub>a</sub></i><br>(m/s) | <i>PPD</i><br>(%) |
| AC ON (T <sub>term</sub> =20 °C);<br>vent. Aut.          | 21,1                         | 0,34                          | 49                | AC ON (T <sub>term</sub> =25 °C);<br>vent. Aut.       | 24,0                         | 0,10                          | 9                 |
| AC ON (T <sub>term</sub> = Min);<br>vent. Max.           | 22,5                         | 0,35                          | 27                | AC ON (T <sub>term</sub> = Min);<br><b>vent. Min.</b> | 22,8                         | 0,20                          | 5                 |
| AC OFF                                                   | 28,1                         | 0,07                          | 24                | <b>AC ON (T<sub>term</sub>=25 °C);<br/>vent. Aut.</b> | 23,3                         | 0,35                          | 13                |

## 3. Conclusões

- Os espaços da **zona de estar** (restaurante, lobby, quartos e piscina) proporcionaram condições de **conforto térmico**
- **Nas lavandarias e cozinhas** existem algumas situações de **desconforto térmico** (produção de calor interno)
- **As recomendações estabelecidas** para o condicionamento dos quartos (entrada), nalguns casos, não proporcionaram **conforto térmico** (excesso de arrefecimento)
- **Em geral, nos quartos o conforto** poderia ser alcançado com temperaturas mais elevadas (**25°C**) **com redução de consumos**

# Auditorias Integradas de verão. Avaliação das condições de conforto térmico

Obrigado

Luis Matias, LNEC / DED  
2016-05-23 e 2016-05-25



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



AdaPT A :T

AdaPTação às  
Alterações Climáticas  
no setor do Turismo





