

Avaliação das condições de conforto térmico

Luis Matias, LNEC / DED
Seminário de encerramento: 2016-12-06



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



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

.....

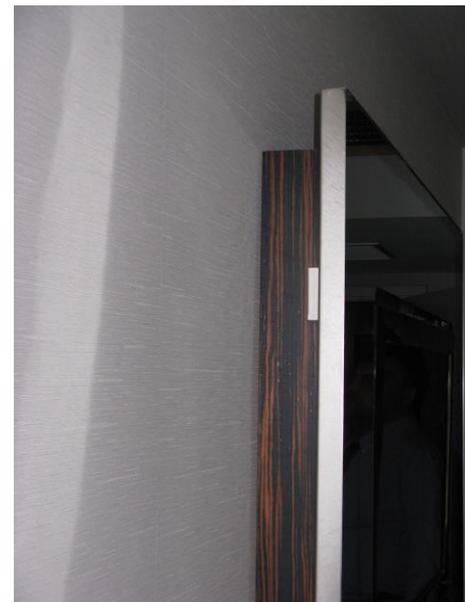
NOVEMBRO 2015

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

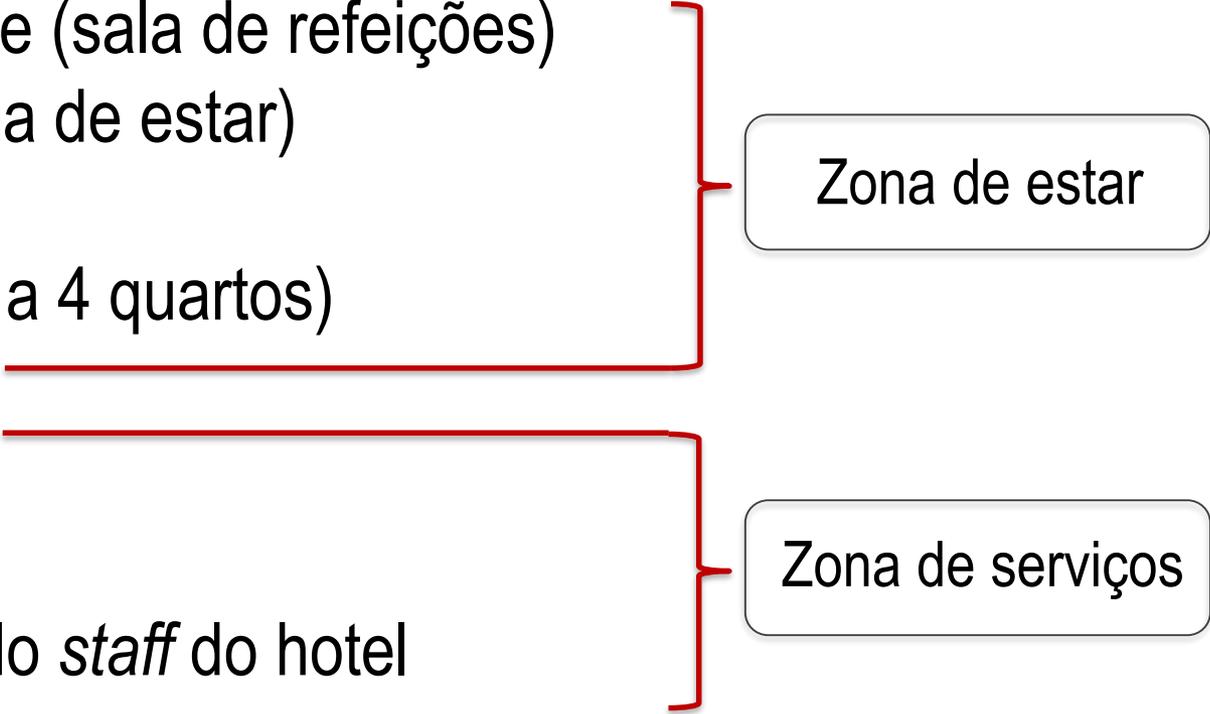
- Medições em contínuo (1 a 2 semanas)
- Medições pontuais (1 hora)

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)

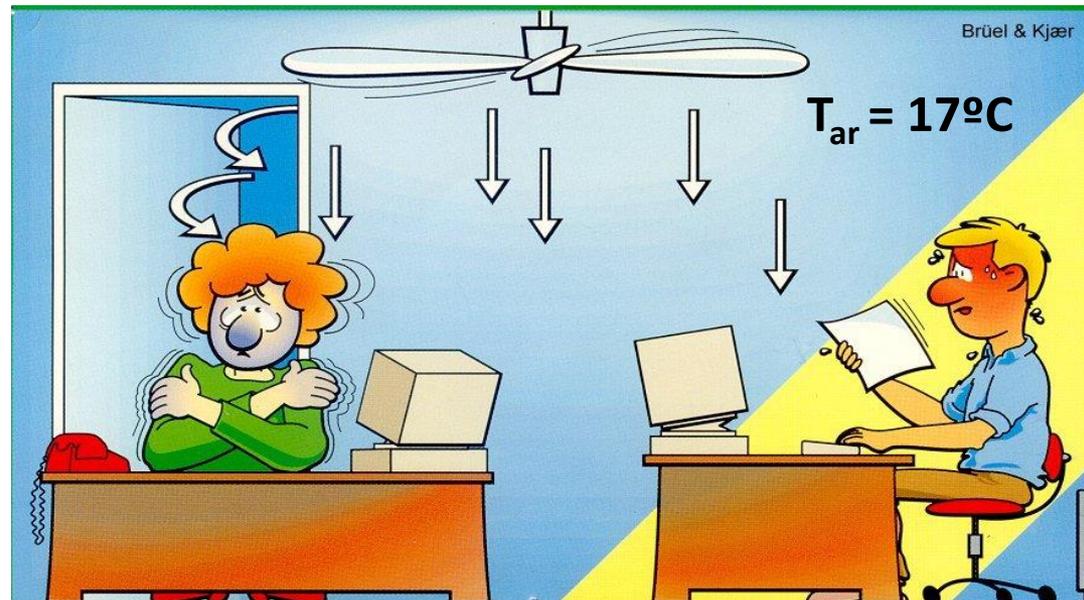
- Restaurante (sala de refeições)
 - Lobby (zona de estar)
 - Piscina
 - Quartos (3 a 4 quartos)
- Zona de estar
- Cozinha
 - Lavandaria
 - Escritório do *staff* do hotel
- Zona de serviços
- Exterior
- 
- The diagram uses red lines to group the study areas. A vertical red line on the left side of the 'Zona de estar' box groups the first four items. A horizontal red line extends from the bottom of this group to the left, then a vertical red line goes down to the 'Zona de serviços' box. A second vertical red line on the left side of the 'Zona de serviços' box groups the next three items. A horizontal red line extends from the bottom of this group to the left, then a vertical red line goes down to the 'Exterior' item.

2. Metodologia de estudo (pontuais)

- Medição das condições ambientes (1 hora)

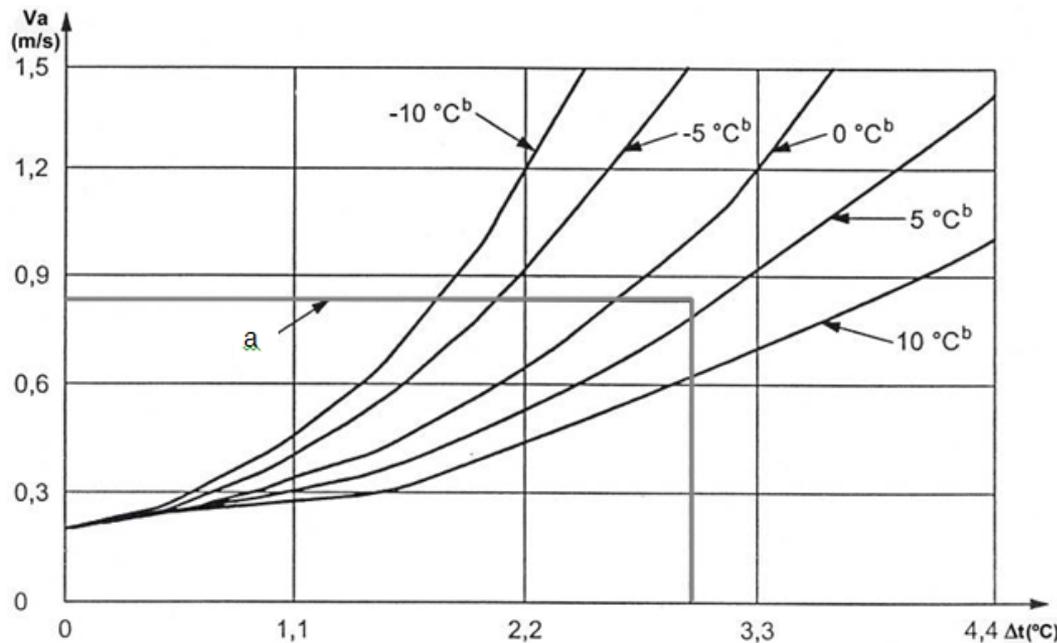
Parâmetros ambientes

- 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 [m/s]



2. Metodologia de estudo (pontuais)

O aumento da **velocidade do ar** (janela, ventoinha) **permite atenuar a sensação de calor** ($T > 26^{\circ}\text{C}$)



$T_a = T_{mr} = 28^{\circ}\text{C}$ ($b = 0^{\circ}\text{C}$)
 $v_a = 0,7$ m/s

Perceção térmica

$T = 26^{\circ}\text{C}$ ($28 - 2,2^{\circ}\text{C}$)

$V_a = 0,2$ m/s

2. Metodologia de estudo (pontuais)

- Medição das condições ambientes (1 hora)

Parâmetros ambientes

- Temperatura do ar, T_a [°C]
- Humidade relativa do ar, HR [%]
- Temperatura radiante, T_r [°C]
- Velocidade do ar, v_a [m/s]

Parâmetros individuais

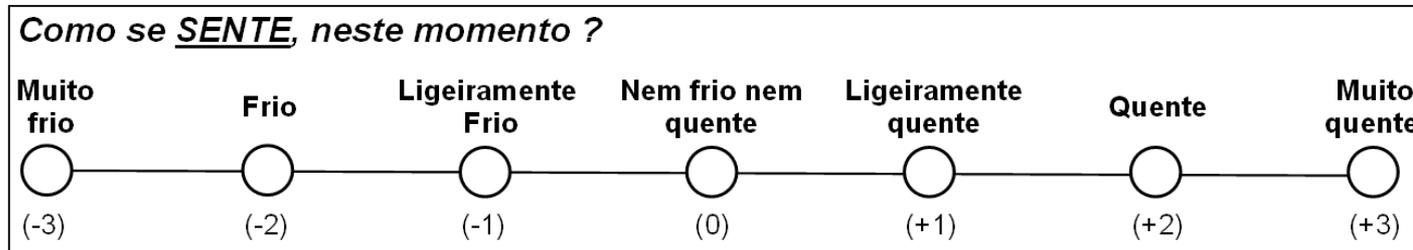
- Vestuário, I_{cl} [1 Clo=0,155 m².°C/W]
- Atividade física, M [1 met = 58,2 W/m²]



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

2. Metodologia de estudo (pontuais)

- Estimar o **voto médio da sensação térmica (St)** de um grupo de indivíduo num dado ambiente (PMV)



- PPD** procura estabelecer a **percentagem de insatisfeitos** ($St = \pm 2$ e ± 3)

2. Metodologia de estudo (pontuais)

- **Lobby**



2. Metodologia de estudo (pontuais)

- **Restaurante**

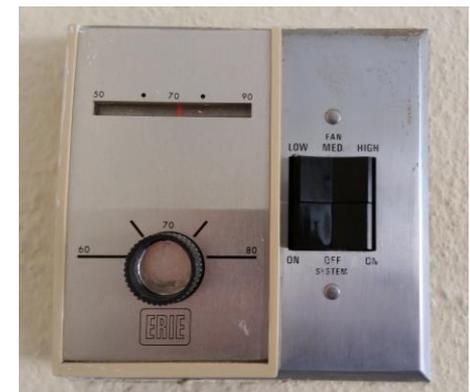


2. Metodologia de estudo (pontuais)

▪ Quarto desocupado

Cenários:

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



3. Critérios de conforto térmico (verão)

- **Medições em contínuo (T_a [°C] e HR [%])**
 - **25 °C** (RECS) / 26 °C [19 / 27°C Edif. Passivos]
 - (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

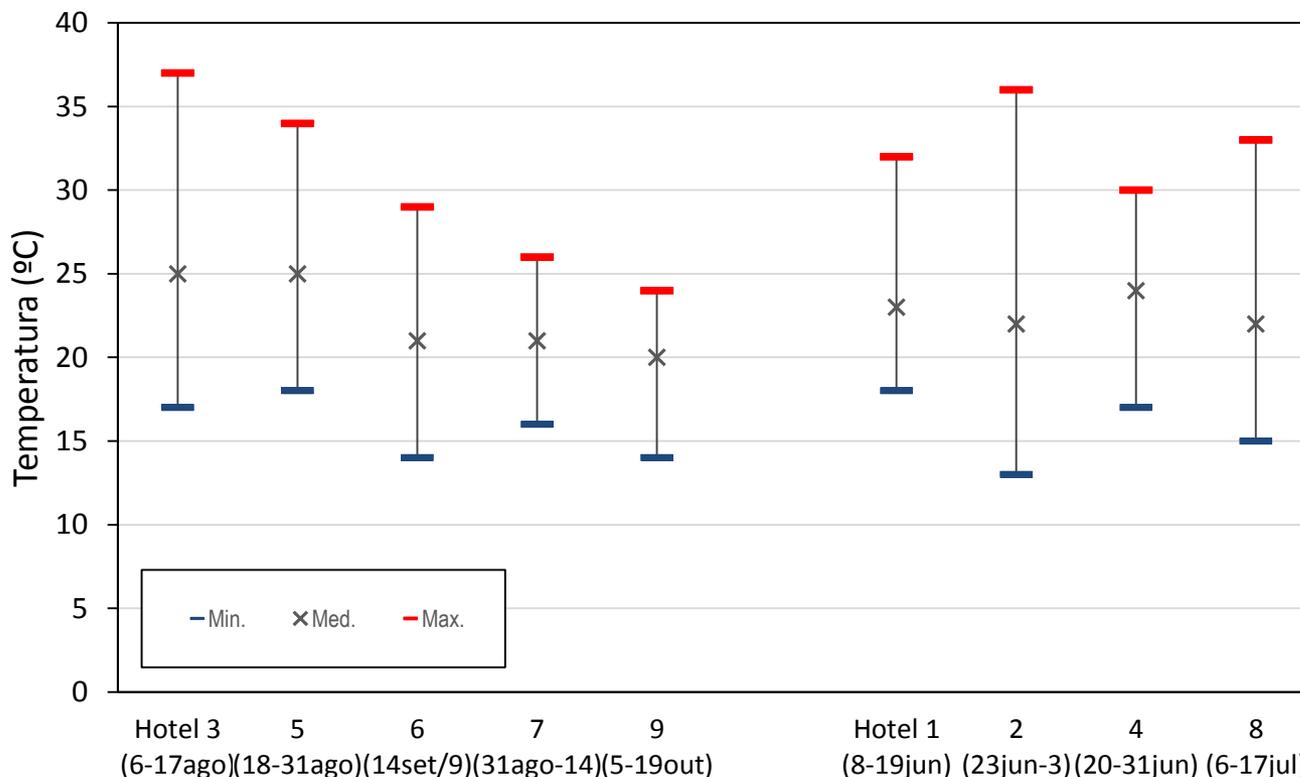
- **Medições em contínuo (T_a [°C] e HR [%])**

<i>Espaço interior do hotel</i>	<i>CONFORTO TÉRMICO (valores de referência)</i>	
	<i>T_a (°C)</i>	<i>HR (%)</i>
Restaurantes, quartos, escritório, 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

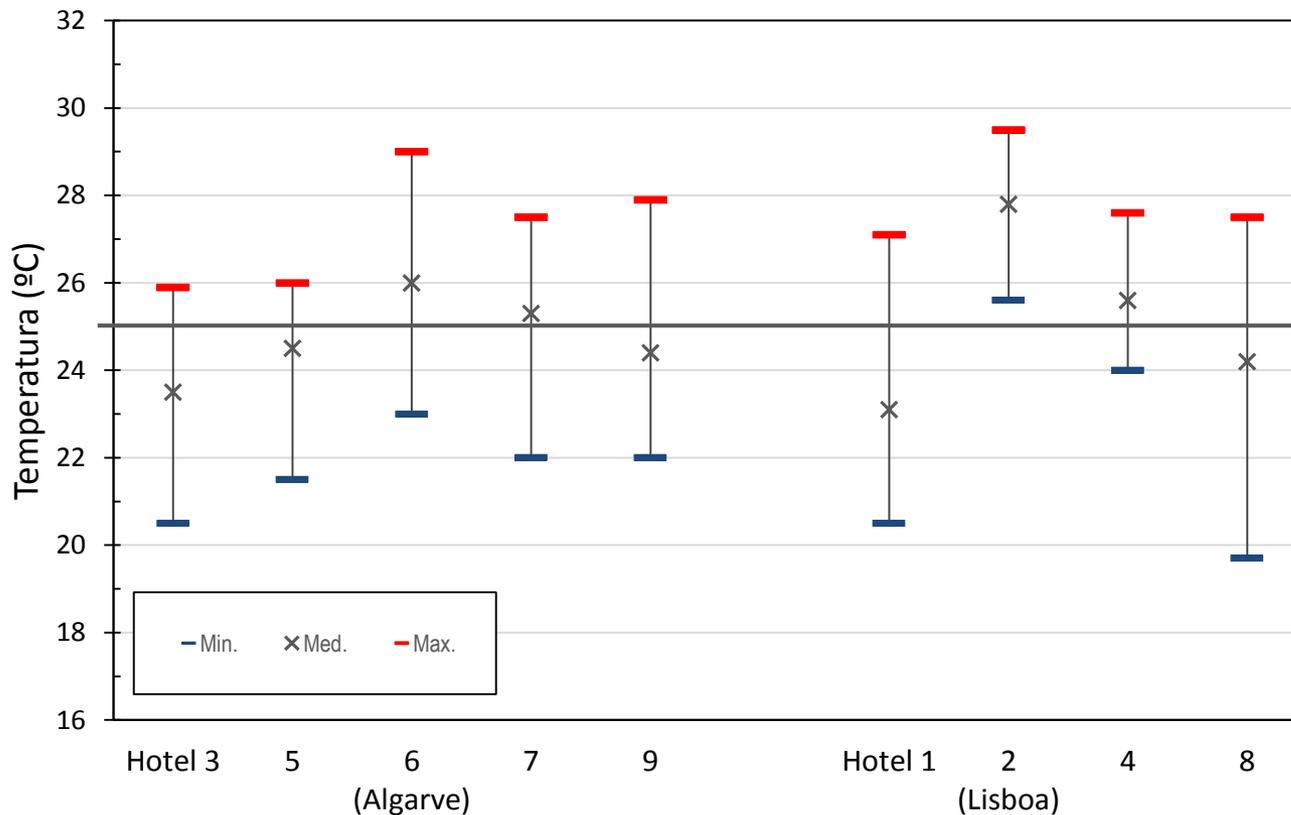
$T_{max} = 37\text{ °C}$

$T_{min} = 13\text{ °C}$

$T_{med} = 20\text{ a }25\text{ °C}$

3. Resultados (contínuo)

Restaurantes



Geral

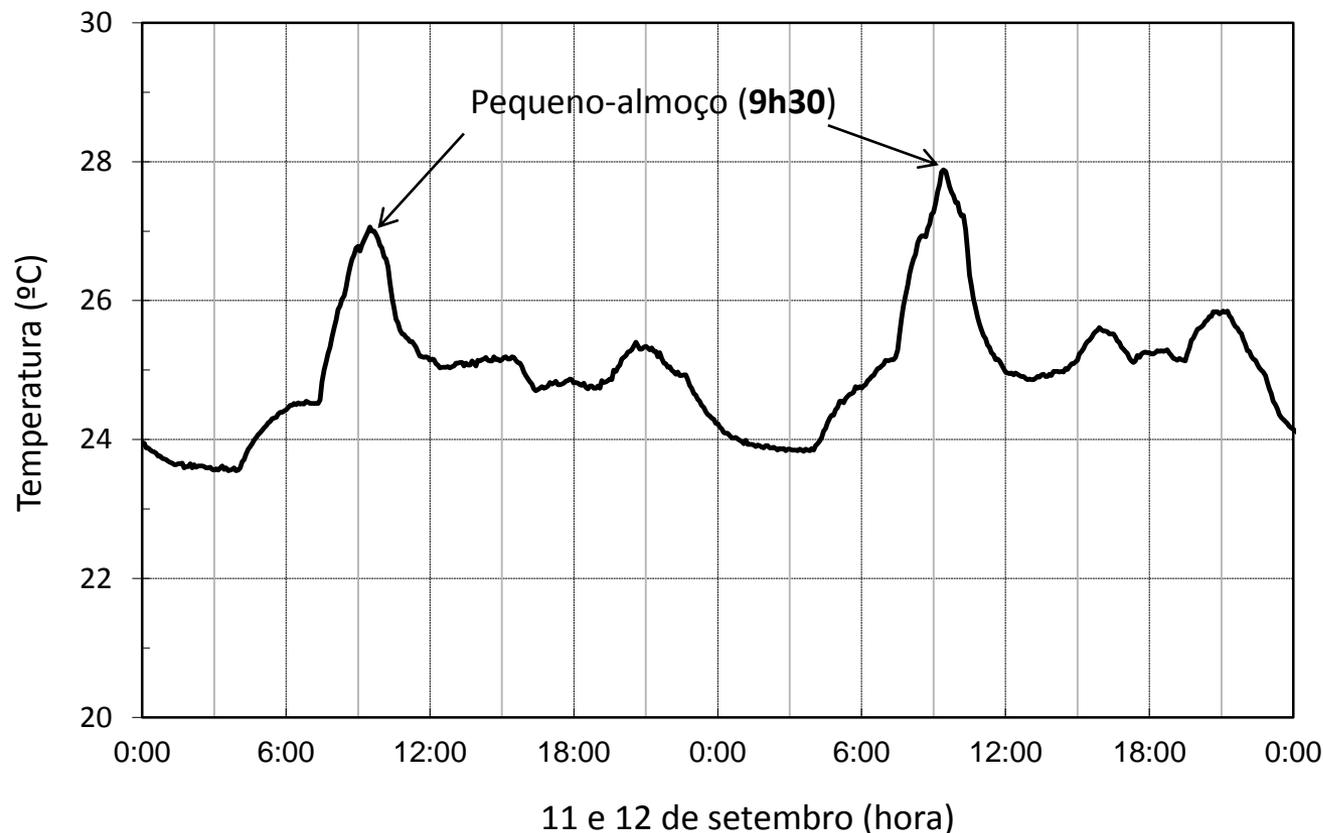
$$23 \text{ }^\circ\text{C} < T_{\text{med}} < 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

Hotel 02

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

3. Resultados (contínuo)

▪ Restaurante

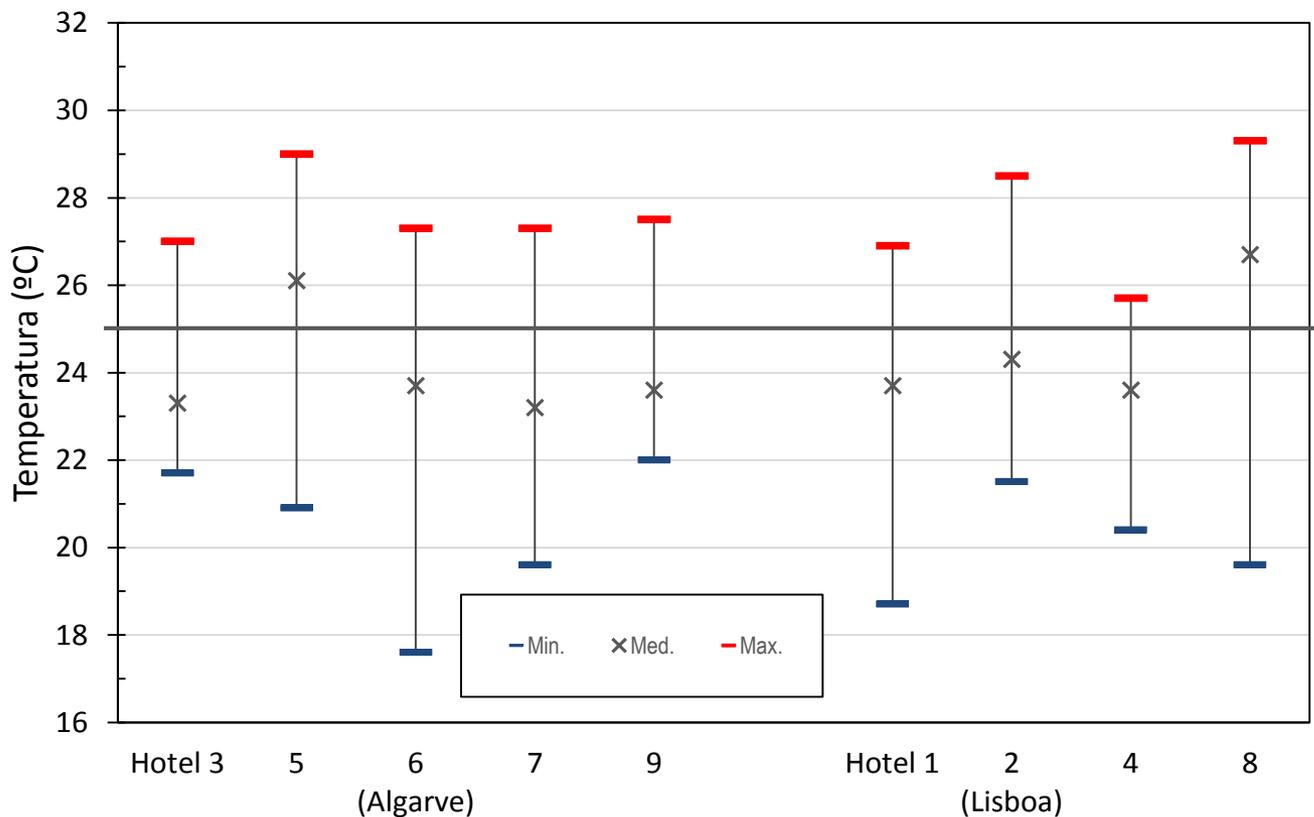


Tmax

Preparação / Início dos pequenos-almoços

3. Resultados (contínuo)

- Quartos (3 ou 4)



Geral

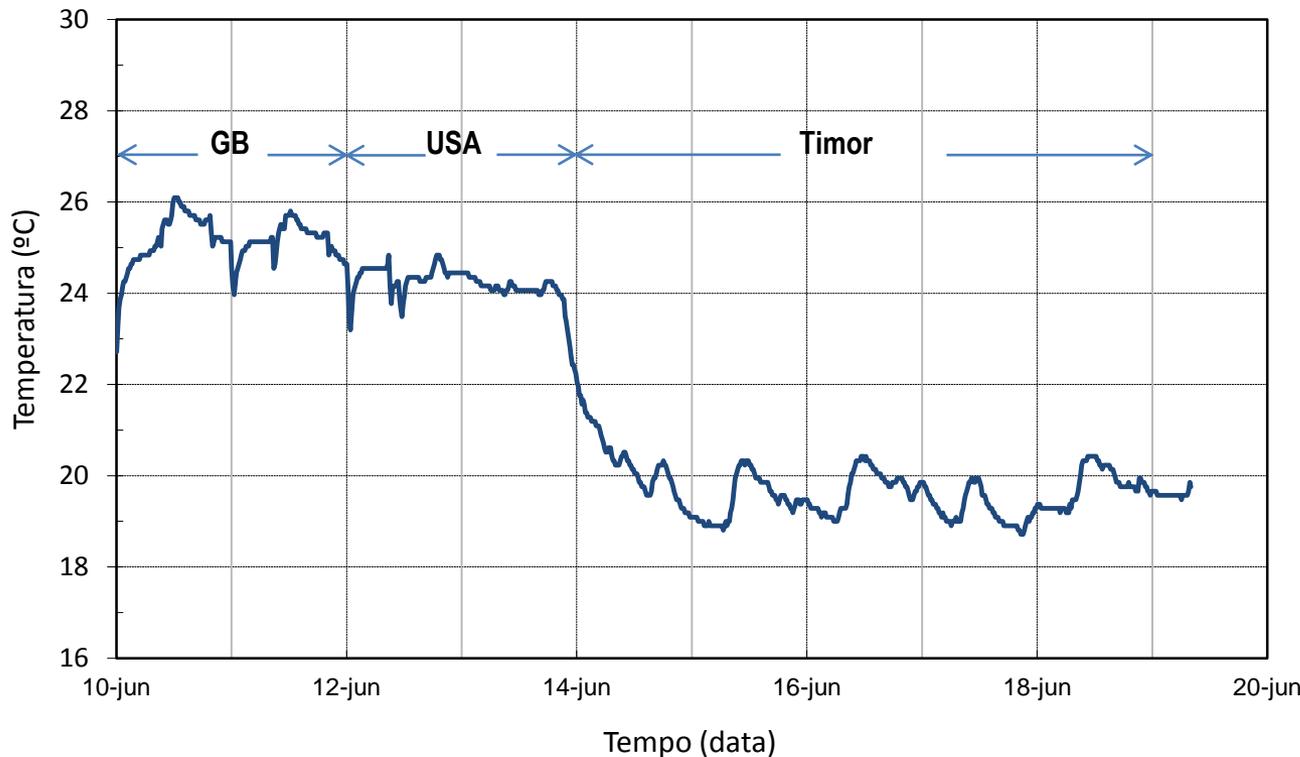
$$23 \text{ }^\circ\text{C} < T_{\text{med}} < 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tmax

29 °C

3. Resultados (contínuo)

- Quartos (conhecendo a ocupação)



Capacidade de arrefecimento do AC

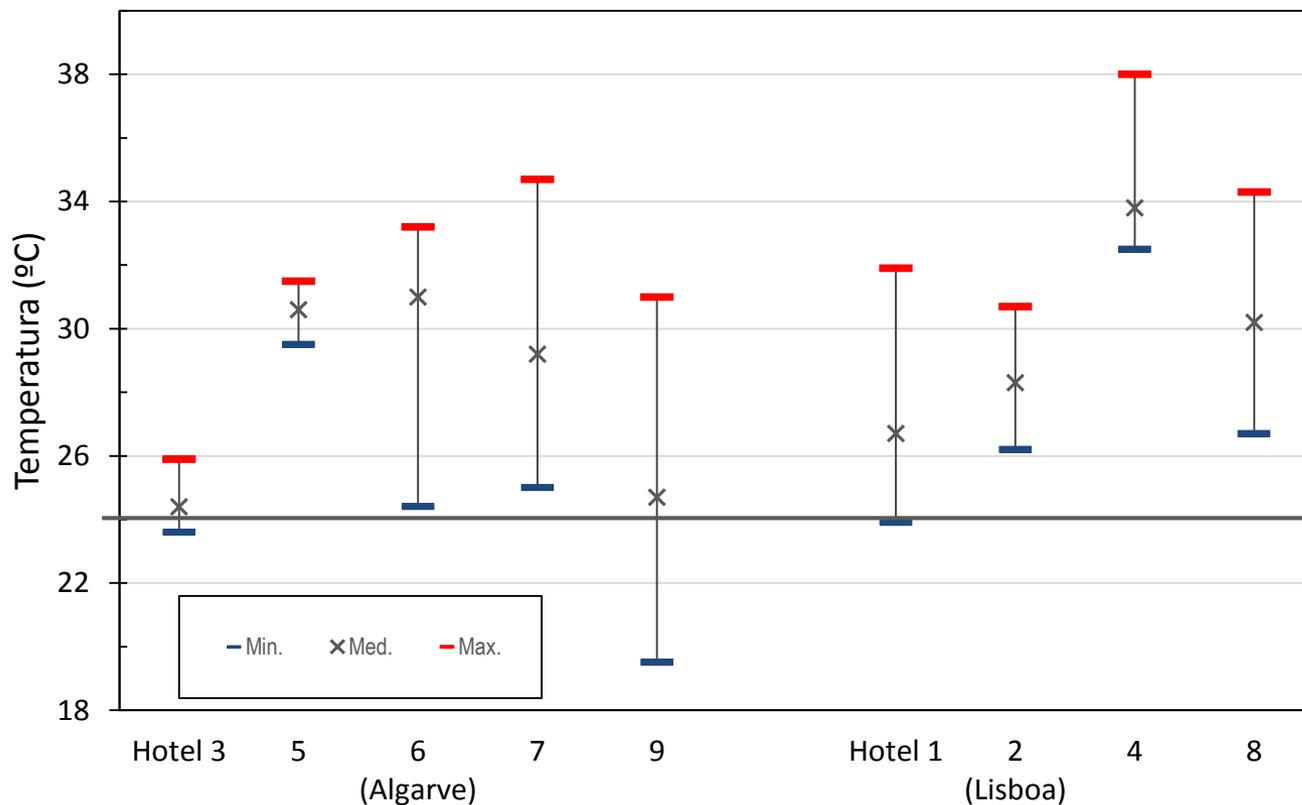
24 °C / 20 °C

Subjetividade do conforto térmico

Fatores psicossociais culturais

3. Resultados (contínuo)

- Piscina interior

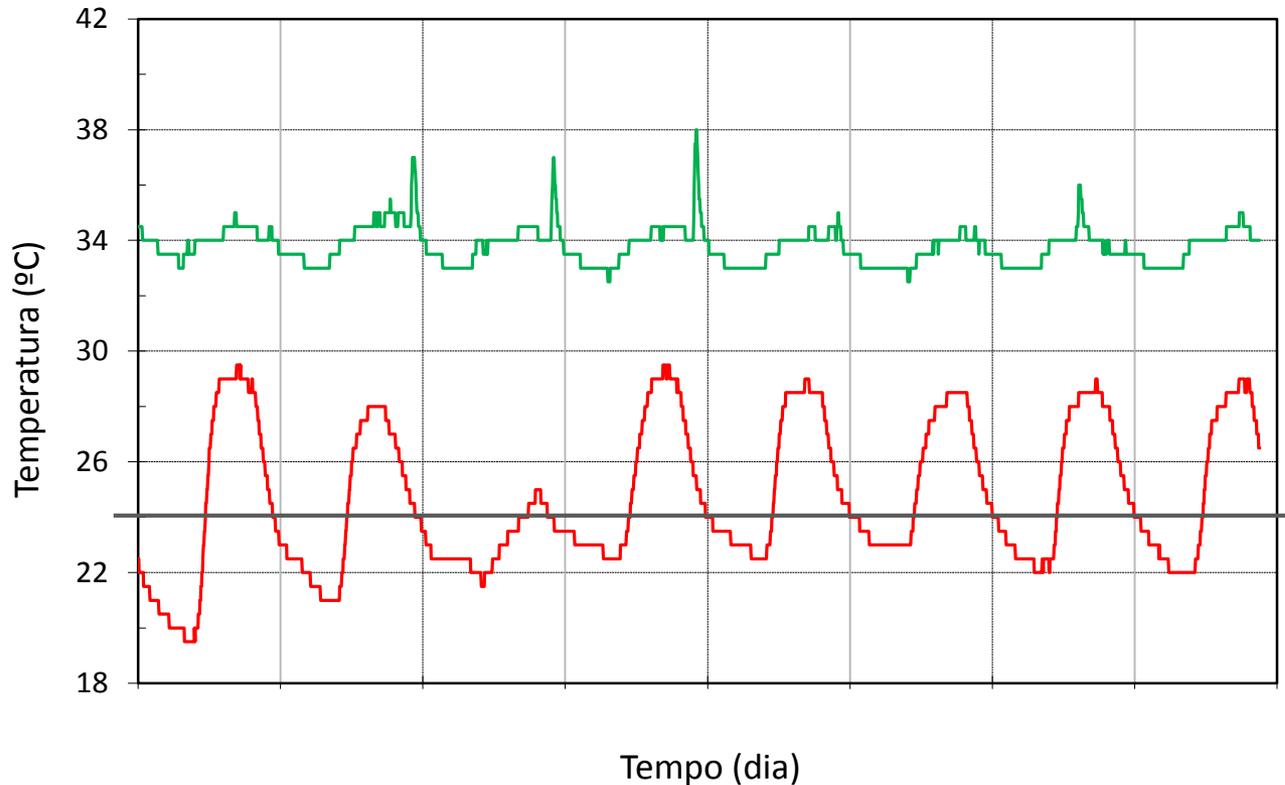


Geral

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

3. Resultados (contínuo)

- Piscina interior

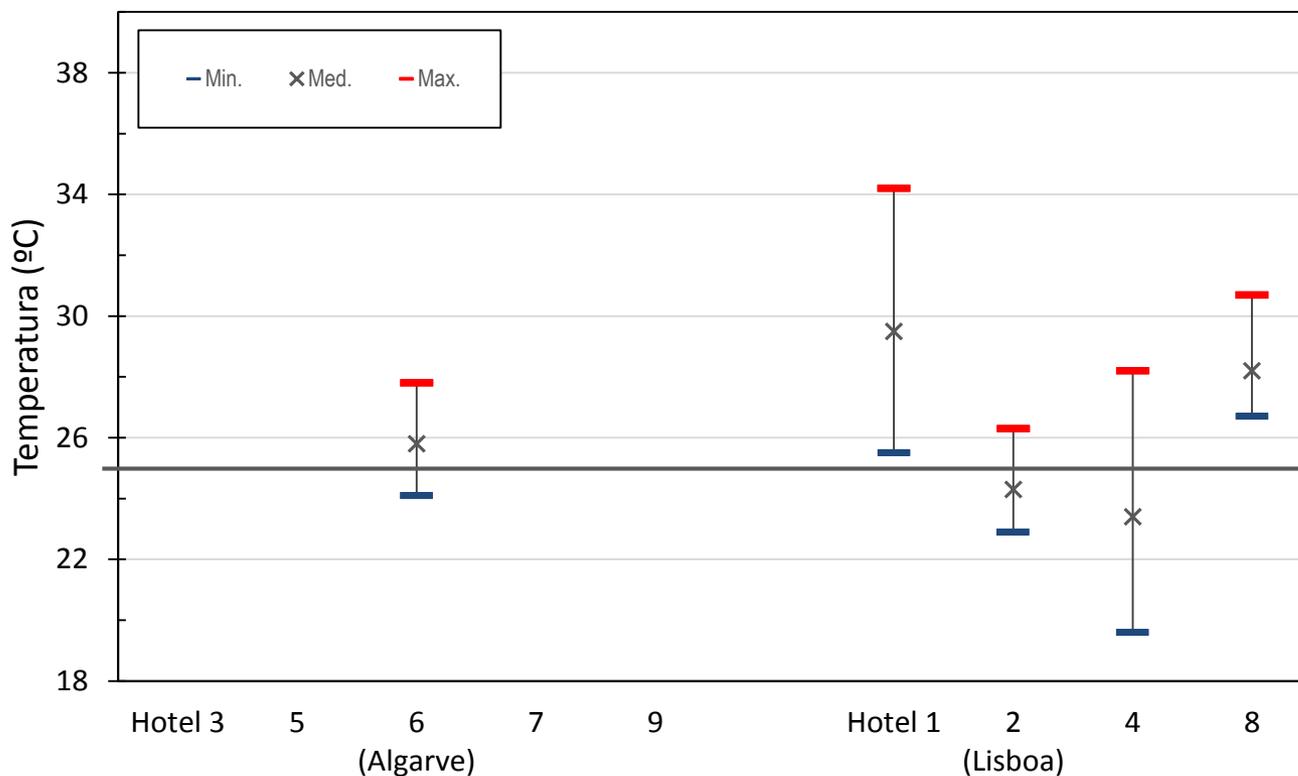


Período da manhã

Ta < 24°C

3. Resultados (contínuo)

▪ Lavandaria



Geral

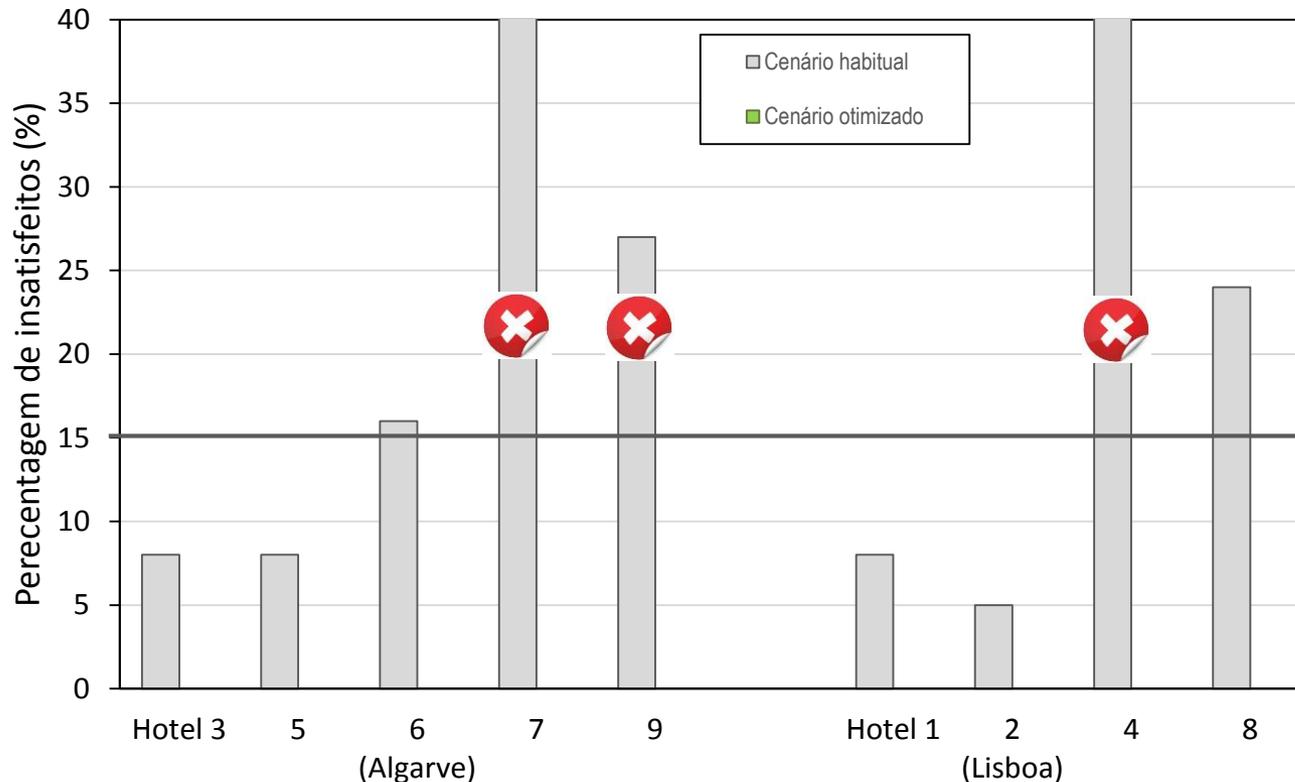
$23\text{ °C} < T_{\text{med}} < 29\text{ °C}$

Hotel 01 e Hotel 08

$T_a > 26\text{ °C}$

3. Resultados (medições pontuais)

- Quarto desocupado (cenários)



Conforto: $PPD < 15\%$

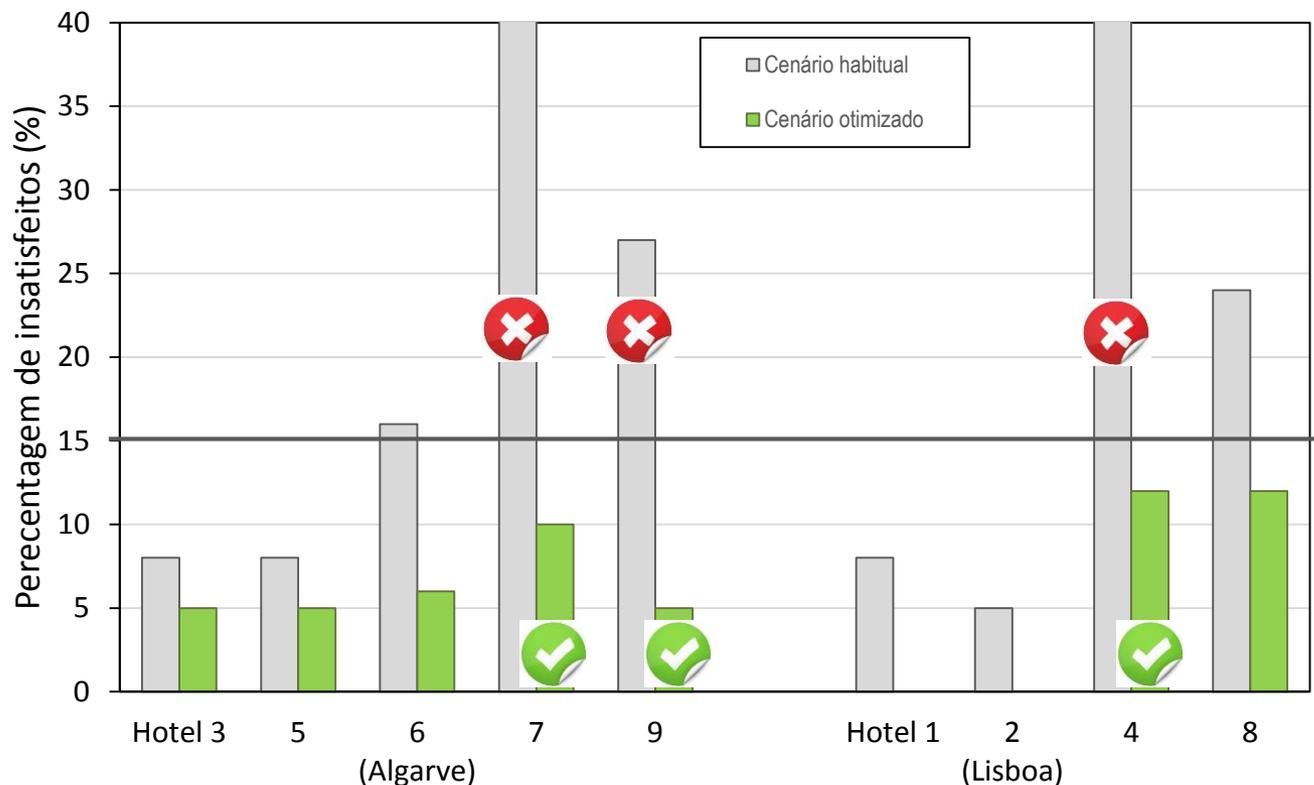
Desconforto (Hotel 4,7, 9)
FRIO (arref. excessivo)



 ↑ T_{term} ↓ **Vent.**

3. Resultados (medições pontuais)

- Quarto desocupado (cenários)



Conforto: $PPD < 15\%$

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



3. Resultados (medições pontuais)

- Quarto desocupado (cenários)

<i>CENÁRIO HABITUAL</i> (Quarto pronto a ser ocupado)				<i>CENARIO OTIMIZADO</i>			
<i>Condições de ensaios</i>	<i>T_a</i> (°C)	<i>v_a</i> (m/s)	<i>PPD</i> (%)	<i>Condições de ensaios</i>	<i>T_a</i> (°C)	<i>v_a</i> (m/s)	<i>PPD</i> (%)
AC ON (T _{term} =20 °C); vent. Aut.	21,1	0,34	49	AC ON (T _{term} =25 °C); vent. Aut.	24,0	0,10	9
AC ON (T _{term} = Min); vent. Max.	22,5	0,35	27	AC ON (T _{term} = Min); vent. Min.	22,8	0,20	5
AC OFF	28,1	0,07	24	AC ON (T_{term}=25 °C); vent. Aut.	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**

Avaliação das condições de conforto térmico

Obrigado

Luis Matias, LNEC / DED
Seminário de encerramento: 2016-12-06



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



AGÊNCIA
PORTUGUESA
DO AMBIENTE



Fundo português de Carbono



instituto português do mar e da atmosfera

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