



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

DIRECÇÃO
Projecto Especial de Edificação Sustentável

Proc. 5101/14/16598

CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO SOCIAL

Bairro Sá Carneiro (Leiria)

Medições no Verão

Projecto FCT n.º PTDC/ECM/71914/2006

Lisboa • Dezembro de 2011

I&D EDIFÍCIOS

RELATÓRIO 427/2011 – ES/LNEC

**CONFORTO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO SOCIAL.
BAIRRO SÁ CARNEIRO (LEIRIA)
MEDIÇÕES NO VERÃO**

RESUMO

No âmbito da intervenção de reabilitação do bairro de habitação social Sá Carneiro, em Marrazes (Leiria), co-financiada pelo *Instituto de Habitação e da Reabilitação Urbana* (IRHU), a cooperativa de habitação *Nova Habitação Cooperativa* (NHC) manifestou-se disponível e interessada na realização, pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), de um estudo com vista à avaliação das condições de conforto térmico no interior de habitações de vários edifícios constituintes do referido bairro antes, e após a intervenção de reabilitação.

Nos últimos anos o LNEC tem desenvolvido um número muito significativo de campanhas de levantamentos das condições ambientais em edifícios de serviços e residenciais, em diversas localidades do País, no âmbito de um projecto de investigação, que resultou na apresentação de um modelo adaptativo de avaliação das condições de conforto térmico em ambientes interiores de edifícios em Portugal [2].

Apesar de se terem já realizado diversos levantamentos das condições de conforto térmico em ambientes interiores no sector residencial, as características construtivas e socioeconómicas do bairro Sá Carneiro, proporcionam uma oportunidade de enriquecer os conhecimentos adquiridos e de contribuir para o desenvolvimento do modelo adaptativo proposto pelo LNEC. De salientar, ainda, o facto de este caso particular permitir a realização de medições durante um processo de intervenção de reabilitação que afecta as características e o desempenho térmico (e energético) das referidas habitações.

Nesse sentido, o estudo em curso consiste na medição das condições higrotérmicas interiores registadas ao longo de vários períodos do ano, abarcando diversas fases da intervenção de reabilitação e diversas estações do ano. Num relatório anterior [2] apresentaram-se os resultados da campanha de medições efectuada na meia-estação, durante um período de cerca de três semanas (30 de Março a 19 de Abril).

O presente relatório apresenta e analisa os resultados da campanha de medições das condições higrotérmicas realizada durante um período de Verão de cerca de quatro semanas (10 de Agosto a 6 de Setembro), em simultâneo no interior de seis habitações representativas do empreendimento.

De modo a avaliar as condições de conforto térmico interior nos espaços estudados, assim como a percepção térmica dos seus ocupantes, foi ainda realizado um conjunto de levantamentos pontuais nas referidas habitações no primeiro dia de medições em contínuo (10 de Agosto). Estes levantamentos foram orientados para a recolha de diversos parâmetros ambientes relevantes para a avaliação das condições de conforto térmico, e

foram acompanhadas pelo preenchimento pelos ocupantes dos espaços presentes de um questionário específico sobre este tema.

No presente documento apresentam-se os resultados e a análise de medições efectuadas, quer em contínuo (parâmetros higrotérmicos) nos vários espaços interiores estudados, quer pontualmente, no que respeita aos parâmetros ambientais que influenciam as condições de conforto térmico.

**THERMAL COMFORT IN RESIDENTIAL SOCIAL HOUSING
“BAIRRO SÁ CARNEIRO (LEIRIA)”
SUMMER MEASUREMENTS**

**CONFORT THERMIQUE DANS DES BÂTIMENTS RESIDENTIELS SOCIALES
“BAIRRO SÁ CARNEIRO (LEIRIA)”
MESURES EN ÉTÉ**

**CONFORTO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO SOCIAL.
BAIRRO SÁ CARNEIRO (LEIRIA)
MEDIÇÕES NO VERÃO**

ÍNDICE DO TEXTO

	<i>Pág.</i>
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. METODOLOGIA DO ESTUDO DESENVOLVIDO.....	3
2.1. Generalidades.....	3
2.2. Descrição dos espaços estudados.....	4
2.3. Avaliação das condições higrotérmicas (medições em contínuo).....	6
2.4. Avaliação das condições de conforto térmico (medições pontuais).....	8
3. CONDIÇÕES HIGROTÉRMICAS (MEDIÇÕES EM CONTÍNUO)	10
3.1. Resultados obtidos.....	10
4. CONFORTO TÉRMICO (MEDIÇÕES PONTUAIS)	25
4.1. Critério de avaliação.....	25
4.2. Resultados obtidos.....	27
4.2.1. Parâmetros higrotérmicos e índices térmicos.....	27
4.2.2. Percepções térmicas.....	30
CONCLUSÕES.....	31
BIBLIOGRAFIA	34
ANEXO I. INQUÉRITO	I.3

**CONFORTO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO SOCIAL.
BAIRRO SÁ CARNEIRO (LEIRIA)
MEDIÇÕES NO VERÃO**

ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
Fig. 1 – Planta de implantação do bairro Sá Carneiro (Marrazes, Leiria)	4
Fig. 2 – Aspecto das fachadas dos edifícios estudados no bairro Sá Carneiro (Marrazes, Leiria).....	5
Fig. 3 – Sistema de medição e de registo da temperatura e da humidade relativa do ar interior	7
Fig. 4 – Sistema de medição e de registo de parâmetros ambientes	8
Fig. 5 – Escala de sensação térmica (<i>sti</i>).....	9
Fig. 6 – Escala de preferência térmica (<i>pti</i>).....	9
Fig. 7 – Evolução das temperaturas mínima, média e máxima diárias exterior durante o período de medição	10
Fig. 8 – Evolução da radiação solar, média e máxima diária durante o período de medição	11
Fig. 9 – Evolução da temperatura do ar no interior de fracções estudadas	12
Fig. 10 – Evolução da temperatura do ar (interior e média diária exterior) entre os dias 18 e 23 de Agosto	12
Fig. 11 – Evolução da humidade relativa do ar no interior das fracções estudadas	14
Fig. 12 – Evolução da temperatura em fracções localizadas em pisos intermédios e últimos (edifícios não reabilitados).	17
Fig. 13 – Evolução da temperatura em fracções localizadas em pisos intermédios e últimos (edifícios reabilitados).	17
Fig. 14 – Evolução da temperatura no interior (quarto e sala de estar) numa fracção com exposição solar <i>Este / Oeste</i>	20
Fig. 15 – Evolução da temperatura no interior (quarto e sala de estar) numa fracção com exposição solar <i>Norte / Sul</i>	20
Fig. 16 – Evolução da temperatura em espaços de fracções localizadas em piso intermédios (exposição solar <i>Este</i>).	22
Fig. 17 – Evolução da temperatura em espaços de fracções localizadas em últimos pisos (exposição solar <i>Este</i>)	22
Fig. 18 – Temperaturas operativas obtidas ao longo dos levantamentos efectuados e limites recomendados	29

**CONFORTO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO SOCIAL.
BAIRRO SÁ CARNEIRO (LEIRIA)
MEDIÇÕES NO VERÃO**

ÍNDICE DE QUADROS

	<i>Pág.</i>
Quadro 1 – Elementos referentes aos edifícios e habitações estudados no bairro Sá Carneiro (Marrazes, Leiria)	5
Quadro 2 – Elementos referentes às habitações estudados no bairro Sá Carneiro e aos sistemas de medição dos parâmetros higrotérmicos	7
Quadro 3 – Levantamentos pontuais efectuados em habitações do bairro Sá Carneiro	9
Quadro 4 – Resultados das medições em contínuo da temperatura do ar efectuadas em habitações do bairro Sá Carneiro.....	13
Quadro 5 – Resultados das medições em contínuo da temperatura do ar efectuadas em habitações do bairro Sá Carneiro.....	15
Quadro 6 – Resultados das medições em contínuo da temperatura do ar efectuadas em habitações do bairro Sá Carneiro.....	18
Quadro 7 – Resultados das medições em contínuo da temperatura do ar efectuadas em habitações do bairro Sá Carneiro.....	21
Quadro 8 – Ambientes térmicos e respectivas exigências [5]	25
Quadro 9 – Aplicabilidade das classes de ambientes térmicos e gamas de temperaturas aceitáveis [7]	26
Quadro 10 – Resultados obtidos nos levantamentos pontuais efectuados em várias habitações do bairro Sá Carneiro	27

CONFORTO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO SOCIAL. BAIRRO SÁ CARNEIRO (LEIRIA)

MEDIÇÕES NO VERÃO

1. INTRODUÇÃO

No âmbito da intervenção de reabilitação do bairro de habitação social Sá Carneiro, em Marrazes (Leiria), co-financiada pelo *Instituto de Habitação e da Reabilitação Urbana* (IRHU), a cooperativa de habitação *Nova Habitação Cooperativa* (NHC) manifestou-se disponível e interessada na realização, pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), de um estudo com vista à avaliação das condições de conforto térmico no interior de habitações de vários edifícios constituintes do referido bairro antes, e após a intervenção de reabilitação.

A referida intervenção, em termos gerais, constou: da aplicação de um sistema compósito de isolamento térmico pelo exterior nas paredes da envolvente (ETICS); do isolamento térmico da cobertura em terraço com uma solução do tipo cobertura invertida; e da substituição dos vãos envidraçado existentes por caixilharia de alumínio com vidro duplo.

Nos últimos anos o LNEC tem desenvolvido um número muito significativo de campanhas de levantamentos das condições ambientais em edifícios de serviços e residenciais, em diversas localidades do País, no âmbito de um projecto de investigação, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) e denominado *Desenvolvimento de Modelos de Conforto Térmico e Visual Sustentáveis* (ref.^a PTDC/ECM/71914/2006). Na sequência da análise dos resultados entretanto obtidos no âmbito deste projecto, foi desenvolvido no LNEC um modelo adaptativo de avaliação das condições de conforto térmico em ambientes interiores de edifícios em Portugal [1].

Apesar de se terem já realizado diversos levantamentos das condições de conforto térmico em ambientes interiores no sector residencial, as características construtivas e socioeconómicas do bairro Sá Carneiro, proporcionam uma oportunidade de enriquecer os conhecimentos adquiridos e de contribuir para o desenvolvimento do modelo adaptativo proposto pelo LNEC. De salientar, ainda, o facto de este caso particular permitir a realização de medições durante um processo de intervenção de reabilitação que afecta as características e o desempenho térmico (e energético) das referidas habitações e, muito provavelmente, os comportamentos relevantes dos residentes.

Nesse sentido, o estudo que se apresenta no presente documento consistiu na medição das condições higrotérmicas, em contínuo durante um período de cerca de quatro semanas (10 de Agosto a 6 de Setembro), em simultâneo no interior de seis habitações representativas de diversas localizações nos edifícios (pisos diferentes) e no empreendimento (orientações solares diferentes), antes e após a reabilitação.

De modo a avaliar as condições de conforto térmico interior nos espaços estudados, assim como a percepção térmica dos seus ocupantes, foi ainda realizado um conjunto de levantamentos pontuais nas referidas habitações, no dia 10 de Agosto. Estes levantamentos foram orientados para a recolha de diversos parâmetros ambientes relevantes para a avaliação das condições de conforto térmico, e foram acompanhadas pelo preenchimento pelos ocupantes dos espaços presentes de um questionário específico sobre este tema.

De referir que no período de meia-estação (Março / Abril de 2011) foi já realizada uma primeira campanha de medições, cuja análise dos resultados é apresentada num relatório anterior [2]. Prevê-se que este estudo tenha ainda continuidade no início próximo ano, de modo a permitir avaliar as condições de conforto térmico nos edifícios reabilitados também durante o período de Inverno.

No presente documento apresentam-se os resultados e a análise de medições efectuadas durante o período de Verão, quer em contínuo (parâmetros higrotérmicos) nos vários espaços interiores estudados, quer pontualmente, no que respeita aos parâmetros ambientais que influenciam as condições de conforto térmico.

2. METODOLOGIA DO ESTUDO DESENVOLVIDO

2.1. Generalidades

No âmbito do projecto de investigação acima referido (vd. 1) encontra-se em desenvolvimento um programa de avaliação das condições de conforto térmico em espaços interiores de edifícios residenciais convencionais (habitação) localizados em diferentes regiões do País.

No decorrer deste programa, na sequência dos contactos estabelecidos com a NHC, foi planeada a realização de várias campanhas de medições em espaços interiores (geralmente, a sala de estar / sala de jantar) de várias habitações em diferentes blocos de edifícios multi-familiares do bairro Sá Carneiro, em Marrazes (Leiria). Numa primeira fase do programa as medições foram efectuadas durante a meia-estação (Primavera de 2011) e numa segunda fase foram realizadas novas campanhas de medições no período de Verão (Agosto de 2011). Ambas as campanhas de medições incidiram sobre edifícios (ainda) não reabilitados e reabilitados. Uma terceira fase está ainda programada para a realização de uma última campanha de medições a decorrer num período mais frio (Inverno 2011-2012).

Tal como é referido no relatório anterior [2], no qual foram apresentados e analisados os resultados da primeira campanha de medições (meia-estação), as campanhas têm como objectivo a realização de medições das condições higrotérmicas (temperatura e humidade relativa do ar), em contínuo durante algumas semanas, em simultâneo no interior de várias habitações representativas de diversas localizações nos edifícios (pisos diferentes) e no empreendimento (orientações solares diferentes). Na maioria das habitações as medições são efectuadas em dois compartimentos da fracção (quarto e sala de estar), com orientações solares opostas (*Este / Oeste* e *Sul / Norte*).

De modo a avaliar as condições de conforto térmico interior, assim como a percepção térmica dos ocupantes, são ainda avaliadas as condições ambientes interiores mediante a realização de medições pontuais (durante cerca de uma hora) de vários parâmetros que influenciam o conforto térmico dos utentes dos espaços, assim como a sua percepção térmica através da aplicação dos questionários apresentados no relatório anterior [2].

Ainda relativamente à opinião dos utentes, no início de cada período de medição em contínuo, foi fornecida uma folha de registo [2] para que estes pudessem, regularmente, assinalar as suas percepções térmicas no espaço em estudo.

2.2. Descrição dos espaços estudados

O bairro social Sá Carneiro (Leiria), cuja descrição mais pormenorizada é apresentada no relatório anterior [2], é constituído por 26 edifícios, cada um com 4 pisos, com 2 fracções por piso.

Na Fig. 1 apresenta-se a planta de implantação de todo o bairro, assim como se assinalam os blocos avaliados no âmbito da presente campanha de medições¹, nomeadamente, os blocos 1 e 2 (não reabilitados) e os blocos 8 e 22 (já reabilitados).

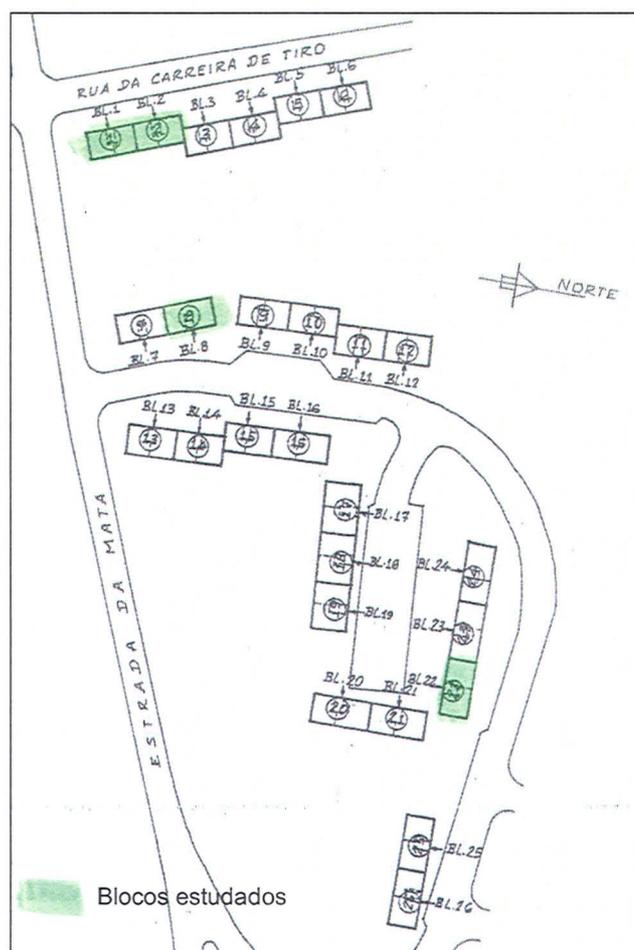


Fig. 1 – Planta de implantação do bairro Sá Carneiro (Marrazes, Leiria)

As principais características da intervenção foram a reabilitação construtiva e térmica da envolvente dos edifícios, integrando: a aplicação de um sistema composto de isolamento térmico pelo exterior nas paredes de fachada e de empena (sistema ETICS, com 50 mm de espessura de isolante térmico); caixilharia de alumínio com vidros duplos nos vãos envidraçados exteriores; nova solução de cobertura (cobertura em terraço), composta por sistemas de impermeabilização e de isolamento térmico (*cobertura invertida*).

¹ - Durante a primeira campanha de medições os blocos avaliados foram os blocos 7, 8 e 9 (não reabilitados) e os blocos 21, 22, 25 e 26 (reabilitados) [2].

Na Fig. 2 apresenta-se o aspecto característico das fachadas dos edifícios estudados no bairro Sá Carneiro.



Blocos 1 e 2 (Não rehabilitados)



Blocos 8 e 22 (Reabilitados)

Fig. 2 – Aspecto das fachadas dos edifícios estudados no bairro Sá Carneiro (Marrazes, Leiria)

Tal como já foi referido [2] as famílias residentes nos edifícios estudados no bairro são, predominantemente, de baixo rendimento sendo, na generalidade, pelo menos um dos elementos do agregado familiar empregado¹. Nalguns casos os utentes inquiridos eram já aposentados.

No Quadro 1 apresenta-se e sintetiza-se a informação relativa aos edifícios e espaços estudados no bairro Sá Carneiro no decorrer da presente campanha de medições. Nesse quadro referem-se: a identificação dos edifícios (bloco) e habitações; a tipologia dos edifícios; a localização das habitações em altura no edifício (piso intermédio ou último piso) e a exposição solar dos espaços analisados. Salienta-se que, nenhuma das habitações estudadas na presente campanha foi avaliada no decorrer da primeira campanha de medições² [2].

Quadro 1 – Elementos referentes aos edifícios e habitações estudados no bairro Sá Carneiro (Marrazes, Leiria)

Bloco	Habitação				Espaços estudados	
	Referência	Tipologia	Piso	Estado da reabilitação	Designação	Exposição solar
8	Hab. 9	T3	intermédio	reabilitado	Sala / Quarto	Este / Oeste
	Hab. 10	T2	último	reabilitado	Sala / Quarto	Este / Oeste
1	Hab. 11	T3	último	não reabilitado	Sala / Quarto	Este / Oeste
	Hab. 12	T3	intermédio	não reabilitado	Sala / Quarto	Este / Oeste
2	Hab. 13	T2	último	não reabilitado	Sala / Quarto	Este / Oeste
22	Hab. 14	T3	último	reabilitado	Sala / Quarto	Norte / Sul

¹ - A maioria dos inquiridos é constituída por operadores fabris e empregadas de limpeza.

² - As habitações estudadas na referida campanha foram referenciadas como *Hab. 1 a Hab. 8*.

Identifica-se ainda no quadro anterior o estado da reabilitação dos edifícios analisados (*reabilitado* ou *não reabilitado*). Em todas as habitações referidas nesse quadro foram efectuadas medições pontuais (*vd.* 4.2) e em contínuo (*vd.* 3.1).

As habitações estudadas no âmbito do presente estudo são de tipologias T2 e T3, todas com dupla exposição *Este / Oeste* ou *Norte / Sul*, com características idênticas às descritas com maior pormenor no relatório anterior [2].

Desse modo, estima-se que é possível obter uma boa ventilação transversal (através da abertura das janelas de ambas as fachadas) que permite um arrefecimento natural dos espaços quando as temperaturas interiores são elevadas. No entanto, este processo só é eficaz se as temperaturas exteriores forem inferiores às temperaturas observadas no interior da fracção¹.

Refira-se ainda que, em nenhuma das habitações estudadas se verificou a presença de qualquer tipo de sistema de climatização para arrefecimento ou ventilação (ventoinha ou ar condicionado). Assinala-se ainda o facto de os utentes referirem que recorrem muitas vezes a abertura das janelas exteriores, não só com o intuito de arrefecer ou aquecer o ambiente interior, mas principalmente para ventilar esse mesmo ambiente².

2.3. Avaliação das condições higrotérmicas (medições em contínuo)

Com o intuito de avaliar as condições higrotérmicas interiores de diversas habitações do bairro Sá Carneiro foram utilizados sistemas portáteis autónomos equipados com uma sonda de medição de temperatura e de humidade relativa do ar (Fig. 3). Os referidos sistemas mediram e registaram, de 30 em 30 minutos, a temperatura e a humidade relativa do ar interior dos espaços seleccionados, durante o período de quatro semanas que decorreu entre 10 de Agosto e 6 de Setembro do corrente ano.

Em todas as habitações estudadas foram colocados dois sistemas de medição e de registo, um na sala de estar e outro num quarto (com exposição solar oposta à da sala). A escolha do local de colocação dos sistemas de medição teve em conta a preocupação de não perturbar a normal actividade dos utentes, bem como de sujeitar o equipamento à acção radiativa de qualquer fonte de calor, nomeadamente, solar, equipamentos de climatização ou electrodomésticos (Fig. 3).

¹ - Com frequência, mesmo que as temperaturas exteriores sejam mais elevadas, muitos residentes recorrem ao efeito do fluxo de ar transversal (*corrente de ar*) para obterem uma sensação de conforto provocada pelo aumento das perdas térmicas por evaporação.

² - Vários utentes inquiridos referiram que pelo facto de serem fumadores em casa mantinham as janelas sempre abertas.

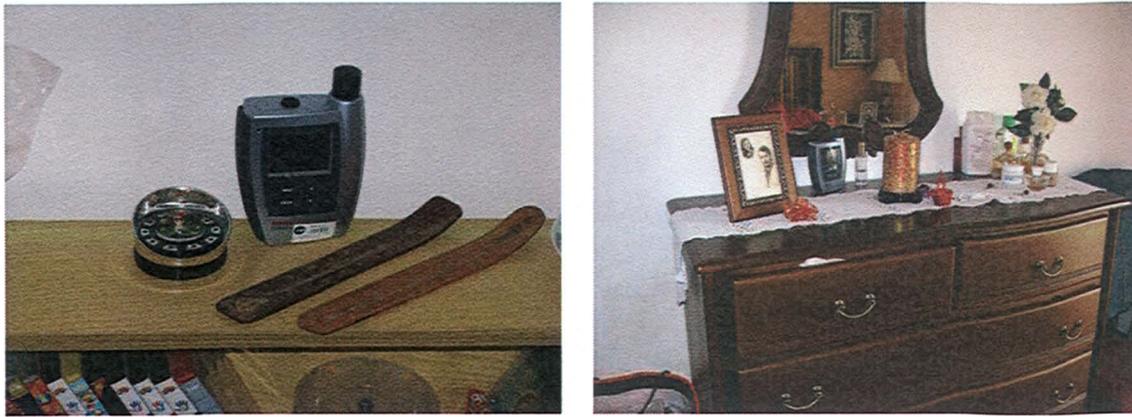


Fig. 3 – Sistema de medição e de registo da temperatura e da humidade relativa do ar interior

Deste modo foi possível conhecer a evolução da temperatura média interior nos espaços em estudo, durante o período em análise, assim com as variações da temperatura observadas ao longo do dia.

Tendo em conta as diferentes especificidades dos espaços em estudo (vd. Quadro 2), nomeadamente: a exposição solar; a localização no edifício (último piso ou piso intermédio) e o facto de o edifício já ter sido ou não sujeito às obras de reabilitação; pretendeu-se com o registo dos parâmetros higrotérmicos ao longo do período de medições avaliar a influência destes aspectos nas condições ambientes.

Quadro 2 – Elementos referentes às habitações estudadas no bairro Sá Carneiro e aos sistemas de medição dos parâmetros higrotérmicos

Bloco	Habitação			Espaço (Expos.)	Sonda de T/HR (Refª)
	Referência	Piso	Estado de reabilitação		
8	Hab. 9	Intermédio	reabilitado	Sala (E)	S3
				Quarto (O)	S10
	Hab. 10	último		Sala (E)	S2
				Quarto (O)	S13
1	Hab. 11	último	não reabilitado	Sala (O)	S1
				Quarto (E)	S14
	Hab. 12	Intermédio		Sala (O)	S4
				Quarto (E)	S6
2	Hab. 13	último	não reabilitado	Sala (O)	S11
				Quarto (E)	S9
22	Hab. 14	último	reabilitado	Sala (S)	S15
				Quarto (N)	S5

2.4. Avaliação das condições de conforto térmico (medições pontuais)

De modo a avaliar as condições de conforto térmico em várias habitações de edifícios residenciais constituintes do bairro Sá Carneiro foi realizado um conjunto de levantamentos (de curta duração) das respectivas condições ambientes, nos quais foram medidos e registados os parâmetros ambientais que influenciam a satisfação de conforto térmico dos ocupantes dos espaços interiores.

Os referidos parâmetros ambientais, nomeadamente, a temperatura do ar, T_a , a temperatura média radiante, T_{mr} , a humidade relativa do ar, HR , e a velocidade do ar, v_a , foram medidos de minuto a minuto, durante um período aproximado de uma hora.

Na Fig. 4 apresenta-se o equipamento de medição das condições ambientes utilizado nos levantamentos efectuados, o qual se procurou colocar em locais não sujeitos à incidência directa da radiação solar e a cerca de 0,6 m do nível do pavimento¹ nos diversos espaços avaliados (Fig. 4).



Fig. 4 – Sistema de medição e de registo de parâmetros ambientes

Com base nas medições dos parâmetros ambientes acima referidos, e na estimativa de parâmetros individuais² foram determinados os índices térmicos; *Voto Médio Previsível*, **PMV** e a *Percentagem Previsível de Insatisfeitos*, **PPD**, que pretendem estimar as percepções térmicas sentidas por um indivíduo num dado espaço interior [5].

¹ - Altura que corresponde ao nível do abdómen de uma pessoa sentada [4].

² - A resistência térmica conferida pelo vestuário dos ocupantes e a sua actividade metabólica. Os dois parâmetros individuais foram estimados com base em observações visuais efectuadas *in loco*.

Com o intuito de conhecer directamente as percepções térmicas (**sensação térmica e preferência térmica**) das pessoas no interior das suas habitações, aos utentes dos espaços estudados foi solicitado, durante o período de medição, o preenchimento de um pequeno questionário (vd. Anexo I).

A análise das referidas percepções térmicas (Fig. 5 e Fig. 6) dos inquiridos nos espaços estudados permitiu não só avaliar se as condições existentes eram consideradas satisfatórias (do ponto de vista do conforto térmico) pelos ocupantes dos espaços, mas também comparar a apreciação global subjectiva dos inquiridos com os índices térmicos acima indicados.

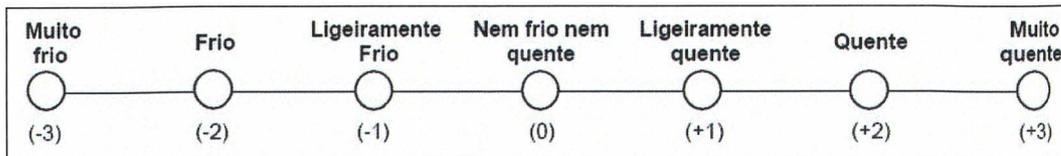


Fig. 5 – Escala de sensação térmica (*sti*)

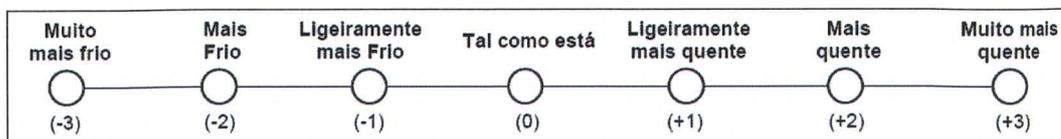


Fig. 6 – Escala de preferência térmica (*pti*)

As respostas indicadas pelos inquiridos referentes à *sensação térmica* são comparadas com os índices térmicos analíticos (*PMV* e *PPD*) determinados com base nas medições dos parâmetros ambientais e na estimativa dos parâmetros individuais (vd. 4.1 b).

No Quadro 3 identifica-se e caracteriza-se o conjunto de levantamentos das condições ambientes efectuados nas habitações de quatro blocos estudados no bairro Sá Carneiro a 10 de Agosto de 2011, primeiro dia do período de medição em contínuo que se prolongou por quatro semanas.

Quadro 3 – Levantamentos pontuais efectuados em habitações do bairro Sá Carneiro

Levantamento	Bloco	Habitação	Hora
Lev 1	8	Hab. 9	9h30
Lev 2		Hab. 10	10h30
Lev 3	1	Hab. 11	11h30
Lev 4		Hab. 12	12h30
Lev 5	2	Hab. 13	14h30
Lev 6	22	Hab. 14	15h30

3. CONDIÇÕES HIGROTÉRMICAS (MEDIÇÕES EM CONTÍNUO)

3.1. Resultados obtidos

Durante um período de cerca de quatro semanas as condições higrotérmicas no interior de várias habitações do bairro Sá Carneiro foram avaliadas, utilizando para o efeito um conjunto de sistemas de medição e de aquisição dos valores da temperatura e da humidade relativa do ar nos espaços em estudo (vd. Quadro 2).

Para igual período de tempo foram obtidos os valores diários da temperatura exterior (mínima, média e máxima) e da radiação solar (média e máxima diária) medidos e registados numa estação meteorológica¹ localizada em Leiria, cuja evolução dos referidos valores é apresentada, respectivamente, na Fig. 7 e na Fig. 8.

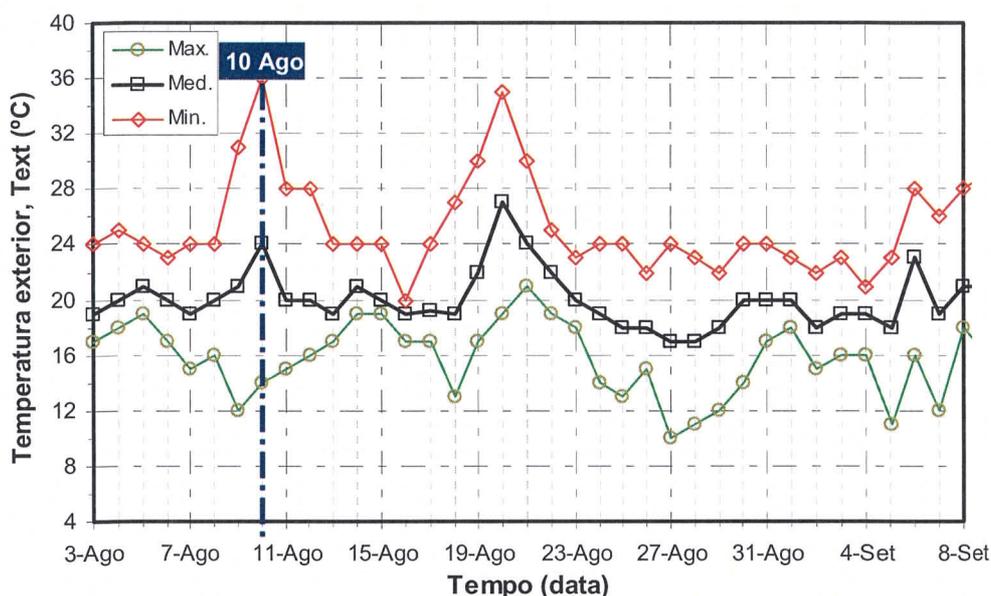


Fig. 7 – Evolução das temperaturas mínima, média e máxima diárias exterior durante o período de medição

¹ - Parâmetros medidos na Estação Meteorológica da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria (IPL) e disponíveis em <http://www.meteo.estg.iplleiria.pt/>.

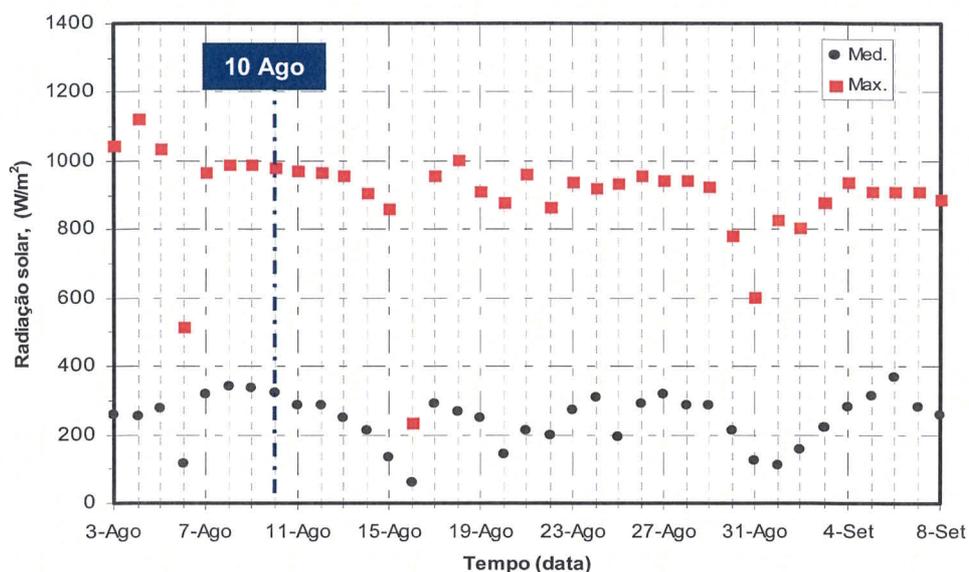


Fig. 8 – Evolução da radiação solar, média e máxima diária durante o período de medição

Observando a figura anterior verifica-se que, durante o período de medição (10 de Agosto a 6 de Setembro), excluindo dois dias, a radiação solar foi aproximadamente constante. Os elevados valores máximos pontuais (800 a 1000 W/m²) e valores médios diários registados permitem concluir que o céu esteve geralmente pouco nublado, com excepção dos dias 16 e 31 de Agosto em que esteve bastante nublado¹ (valores baixos da radiação solar). Estima-se que, nas habitações com forte exposição solar, no período em análise, tenham ocorrido ganhos solares significativos pelos vãos envidraçados (e pela envolvente opaca horizontal e vertical mais isoladas e menos isoladas termicamente), propícios a um aumento acentuado da temperatura interior.

Verifica-se que as temperaturas exteriores (Fig. 7) variaram entre cerca de **10 °C** e **36 °C** durante o período em que decorreram as medições em contínuo. Em termos médios diários pode observar-se que a temperatura exterior, em geral, variou entre **17** e **21 °C**, com excepção de dois períodos em que a temperatura média exterior aumentou, significativamente, atingindo valores máximos de **24** e **27 °C** (valores mais próximos dos valores típicos esperados para o mês de Agosto). O primeiro valor máximo (24° C) foi registado no dia 10 de Agosto, correspondente ao início do período de medição em contínuo e a realização das medições pontuais (vd. 4.2).

De salientar as elevadas amplitudes térmicas diárias registadas, as quais variaram entre os 6 e os 24 °C.

Conforme já foi referido no relatório anterior [2], o conhecimento da evolução da temperatura exterior e da radiação solar é bastante importante visto que estes parâmetros

¹ - De acordo com as medições da pluviosidade efectuadas na estação meteorológica da ESTG de Leiria, houve precipitação nos referidos dias (respectivamente, 0,2 l/m² e 3 l/m²).

influenciam fortemente as condições ambientes interiores (Fig. 9). Esse facto é evidenciado no padrão da evolução das temperaturas interiores, a qual segue o padrão correspondente à temperatura média exterior (Fig. 7).

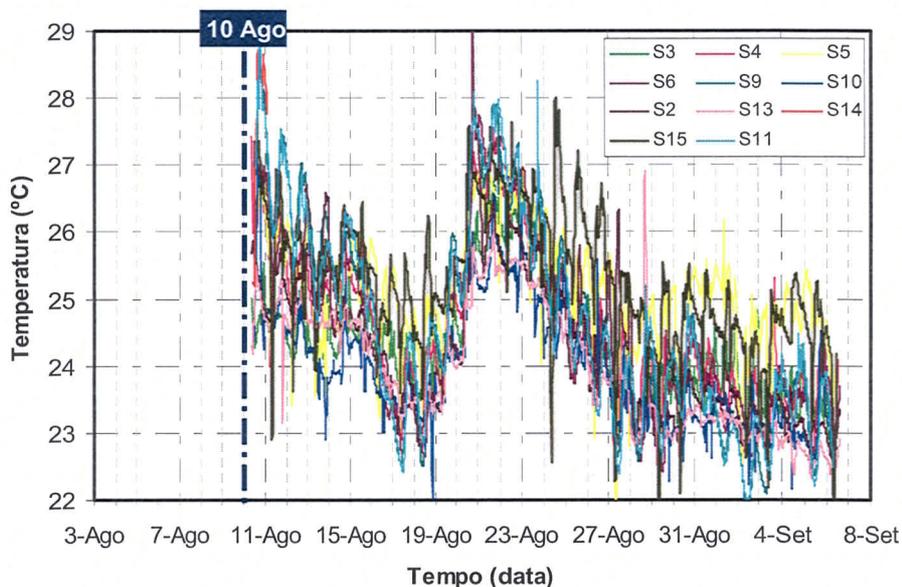


Fig. 9 – Evolução da temperatura do ar no interior de fracções estudadas

Tal como se verificou nas medições efectuadas no período de meia-estação [2], no presente período de Verão quando a temperatura média exterior aumentou significativamente (dias 19 e 20 de Agosto, *vd.* Fig. 7) a resposta nas condições interiores foi imediata em todas as habitações estudadas, independentemente, da localização, exposição solar, ou estado de reabilitação da fracção estudada (Fig. 10).

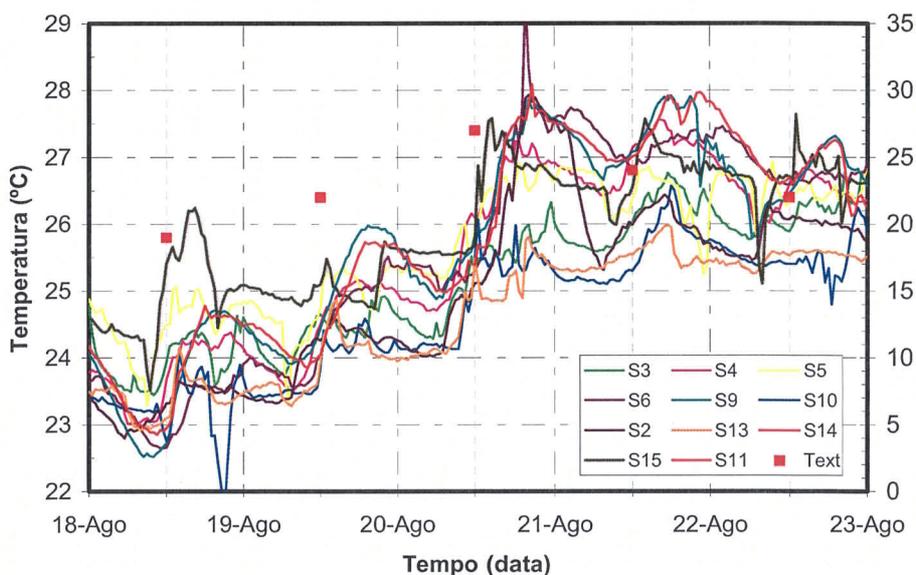


Fig. 10 – Evolução da temperatura do ar (interior e média diária exterior) entre os dias 18 e 23 de Agosto

A principal razão para este aumento das temperaturas interiores, quase em simultâneo com o registado na temperatura exterior, pode ser atribuída ao facto de as janelas permanecerem abertas durante grandes períodos do dia, o que permite a entrada de ar quente exterior¹ que, rapidamente, aquece o ambiente interior.

Tendo em conta as variações observadas na temperatura média exterior (e consequentemente na temperatura média interior) durante o período de medições, a avaliação das condições interiores que se apresenta de seguida corresponde a dois períodos distintos: o primeiro de 10 a 14 de Agosto, ao longo do qual a temperatura média exterior variou cerca de 6 °C; e o segundo, de 31 de Agosto a 6 de Setembro, durante o qual se manteve, aproximadamente, constante ($T_{ext} = 19\text{ °C}$).

No Quadro 4 apresentam-se os valores médios da temperatura do ar interior, T_a , e da amplitude térmica diária, ΔT_a , medidos nos diferentes espaços estudados pelos sistemas de aquisição de dados (S1 a S15), durante os referidos intervalos.

Quadro 4 – Resultados das medições em contínuo da temperatura do ar efectuadas em habitações do bairro Sá Carneiro

Bloco	Habitação (Piso *)	Espaço (Expos.)	Sonda T/HR (Ref ^a)	Temperatura média do ar, T_a (°C) / Amplitude térmica média diária, ΔT_a (°C)	
				1º Período (10 / 14 Ago.)	2º Período (31 Ago. / 4 Set.)
8	Hab. 9 (int.)	Sala (E)	S3	24,5 / 1,1	23,6 / 1,3
		Quarto (O)	S10	24,6 / 1,4	23,2 / 1,2
	Hab. 10 (ult.)	Sala (E)	S2	25,3 / 1,2	23,3 / 0,7
		Quarto (O)	S13	24,8 / 1,2	23,0 / 0,4
1	Hab. 11 (ult.)	Sala (O)	S1	<i>n. d.</i>	<i>n. d.</i>
		Quarto (E)	S14	<i>n. d.</i>	<i>n. d.</i>
	Hab. 12 (int.)	Sala (O)	S4	25,5 / 1,9	23,6 / 1,4
		Quarto (E)	S6	25,7 / 1,5	23,4 / 1,2
2	Hab. 13 (ult.)	Sala (O)	S11	26,4 / 1,8	23,2 / 1,4
		Quarto (E)	S9	26,6 / 1,7	23,2 / 1,2
22	Hab. 14 (ult.)	Sala (S)	S15	25,7 / 2,7	24,5 / 1,9
		Quarto (N)	S5	25,4 / 2,5	24,8 / 1,4

* - int – piso intermédio
n.d. – não disponível

ult. – último piso

Em termos gerais, a análise dos resultados apresentados no quadro anterior, permite retirar as seguintes ilações:

- as temperaturas médias interiores variaram entre 24,5 °C e 26,5 °C, no primeiro período de medição, e entre 23,0 °C e 25,0 °C, no decorrer do segundo período em

¹ - Durante o período representado na Fig. 10 a temperatura máxima diária exterior variou entre 24 e 35°C (vd. Fig. 7).

análise; tendo em conta as condições exteriores registadas em ambos os períodos (temperaturas médias de 21 °C e 19 °C e radiação solar elevada), pode-se concluir que as temperaturas interiores observadas resultam de ganhos térmicos solares (através dos vãos envidraçados) e de ganhos térmicos interiores (presença de pessoas e de equipamentos em funcionamento);

- nos dois períodos em análise verificam-se diferenças entre as temperaturas médias determinadas nas diversas fracções, em função das diferentes características que apresentam. Salienta-se, no entanto, o facto de que, no 2º período, as temperaturas médias observadas para fracções com exposição *Este / Oeste* serem todas muito semelhantes, contrariamente, ao que se verifica no 1º período analisado. À semelhança do que foi já indicado no relatório anterior [2], o facto das amplitudes térmicas exteriores durante o 1º período de análise terem sido mais elevadas do que no 2º período (*vd.* Fig. 7) pode, em parte, justificar esta circunstância.

No que respeita à humidade relativa do ar, representa-se na Fig. 11 a evolução do referido parâmetro ao longo do período de medição que decorreu entre 10 de Agosto e 6 de Setembro. Em geral, verifica-se que a humidade relativa nos espaços em estudo oscilou entre 45% e 75%, sendo este último valor inferior ao valor limite (80%) acima do qual poderão ocorrer problemas respiratórios nos utentes dos espaços.

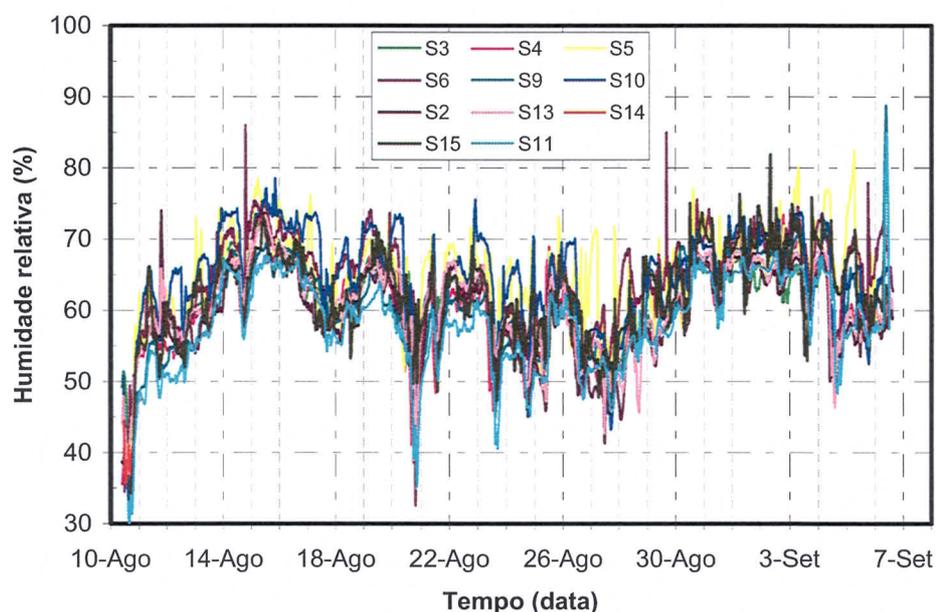


Fig. 11 – Evolução da humidade relativa do ar no interior das fracções estudadas

Adoptando a metodologia de análise dos resultados obtidos durante a primeira campanha de medições realizadas na meia-estação [2], comparam-se de seguida as temperaturas interiores registadas em diferentes fracções, em função das características comuns, tendo em conta as diferentes características dos espaços estudados, nomeadamente, a

localização nos edifícios (piso intermédio / último piso), no bairro, dos edifícios considerados (exposições solares das fracções), e ainda o estado de reabilitação dos edifícios (reabilitado / não reabilitado) (Quadro 1).

Fracções em piso intermédio e no último piso

Na presente campanha experimental foram efectuadas medições em duas habitações localizadas em pisos intermédios (1º andar) e quatro habitações em últimos pisos (vd. Quadro 1) do bairro Sá Carneiro.

Tendo em conta as diferentes características dos espaços estudados foi possível comparar as condições ambientes de duas habitações (piso intermédio e último piso), em edifícios reabilitados (*Hab. 9 e Hab. 10*) e não reabilitados (*Hab. 12 e Hab. 13*), em todos os casos apresentando dupla exposição *Este / Oeste*.

No Quadro 5 sintetizam-se os valores médios das temperaturas e amplitudes térmicas observados nos dois períodos de análise seleccionados.

Quadro 5 – Resultados das medições em contínuo da temperatura do ar efectuadas em habitações do bairro Sá Carneiro

Habitação* (Estado)	Piso	Espaço (expos.)	Sonda T/HR (Ref^a)	Temperatura média do ar, T_a (°C) / Amplitude térmica média diária, ΔT_a (°C)	
				1º Período (10 / 14 Ago.)	2º Período (31 Ago. / 4 Set.)
				<i>Hab. 9 (reab.)</i>	intermédio
	Quarto (O)	S10	24,6 / 1,4	23,2 / 1,2	
<i>Hab. 12 (não reab.)</i>	Sala (O)	S4	25,5 / 1,9	23,6 / 1,4	
	Quarto (E)	S6	25,7 / 1,5	23,4 / 1,2	
<i>Hab. 10 (reab.)</i>	último	Sala (E)	S2	25,3 / 1,2	23,3 / 0,7
		Quarto (O)	S13	24,8 / 1,2	23,0 / 0,4
<i>Hab. 13 (não reab.)</i>		Sala (O)	S11	26,4 / 1,8	23,2 / 1,4
		Quarto (E)	S9	26,6 / 1,7	23,2 / 1,2

* - *reab.* – Fracção reabilitada *não reab.* – Fracção não reabilitada

Da análise dos valores médios das temperaturas apresentadas no quadro anterior podem retirar-se as seguintes ilações:

- as temperaturas observadas, durante o 1º período em análise (10 a 14 de Agosto), nos últimos pisos foram mais elevadas (cerca de 1°C) do que as correspondentes localizadas em pisos intermédios, independentemente das referidas fracções já estarem reabilitadas ou não. Este facto deve-se, tal como já foi referido e comprovado na campanha de medições anterior, à maior área da envolvente exterior (parte dela em cobertura) existente nas fracções localizados em últimos pisos;

- no entanto, durante o 2º período considerado (31 de Agosto a 4 de Setembro), as temperaturas médias observadas foram muito semelhantes, independentemente, da localização (piso intermédio / último piso) dos espaços em causa. A razão principal deste facto deve-se às baixas amplitudes térmicas observadas no referido período, contrariamente, ao observado no 1º período de medição¹.

Na Fig. 12 e na Fig. 13 representa-se a evolução da temperatura do ar no interior de fracções residenciais localizadas em pisos intermédios (1º andar; *Hab. 9* e *Hab. 12*) e em últimos pisos (*Hab. 10* e *Hab. 13*), respectivamente, em edifícios ainda por reabilitar e já reabilitados (*vd. 2.2*), durante os dois períodos em análise.

Os equipamentos utilizados para medir e registar a temperatura do ar estiveram colocados nas salas de estar das fracções analisadas nos edifícios reabilitados (S2 e S3) e num dos quartos das habitações dos edifícios não reabilitados (S6 e S9) considerados.

A análise das referidas figuras permite comprovar que as temperaturas interiores do ar, durante o 1º período analisado, foram mais elevadas nos últimos pisos quando comparadas com as correspondentes aos pisos intermédios, independentemente, das fracções estarem reabilitadas termicamente ou não.

No 2º período em análise (gráficos à direita), embora os valores médios das temperaturas interiores tenham sido muito semelhantes, verifica-se que as temperaturas registadas nos últimos pisos, em geral, são ligeiramente mais baixas do que nos pisos intermédios quer as fracções estejam reabilitadas ou não. Esta situação, não expectável num período quente de Verão pelas razões acima referidas (áreas envolventes exteriores), deve-se à inércia térmica mais significativa que caracteriza os espaços de fracções localizadas em pisos intermédios e ao facto de ter chovido (arrefecimento da envolvente dos edifícios) no início do período considerado (dia 31 de Agosto).

¹ - Na campanha anterior, as medições efectuadas indicaram temperaturas superiores nos últimos pisos (cerca de 3º C), em relação aos pisos inferiores, num período em que as amplitudes térmicas exteriores foram também elevadas.

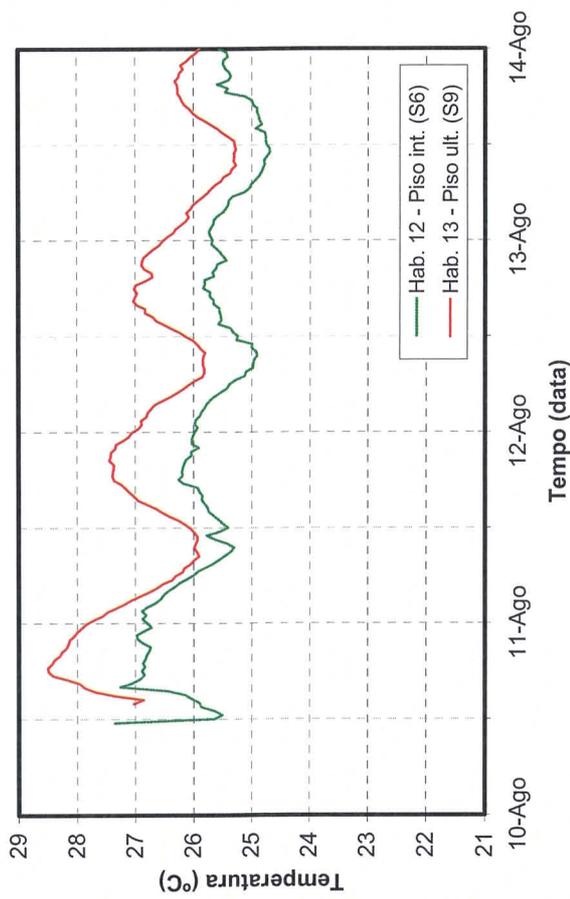


Fig. 12 – Evolução da temperatura em frações localizadas em pisos intermédios e últimos (edifícios não reabilitados).

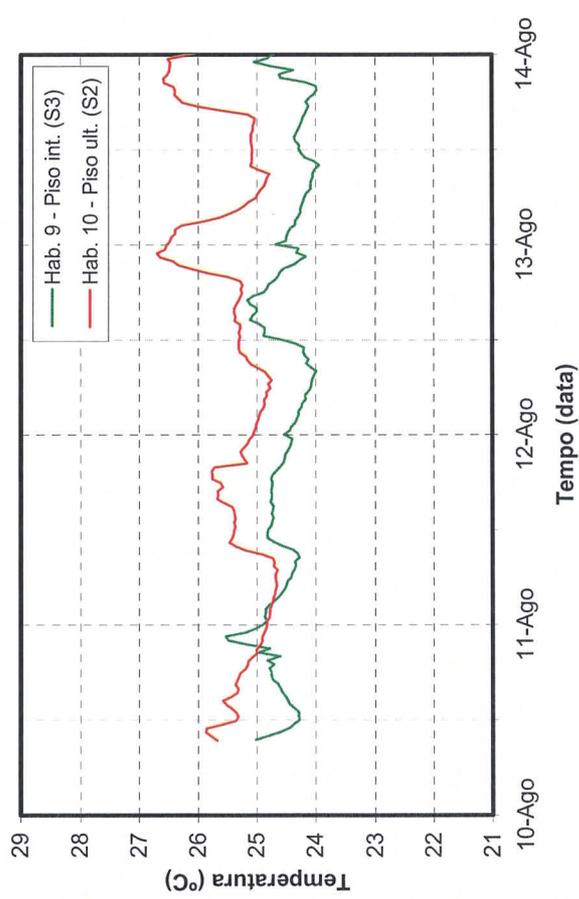
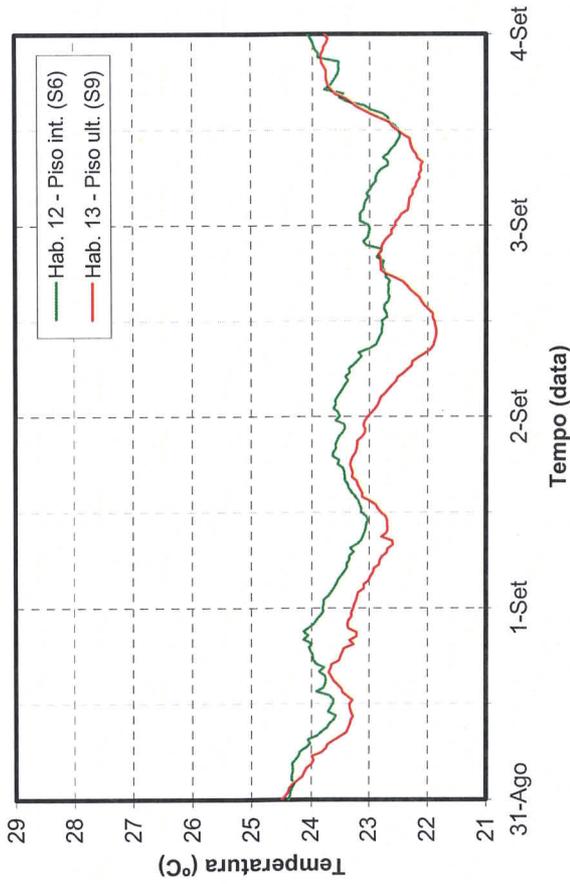
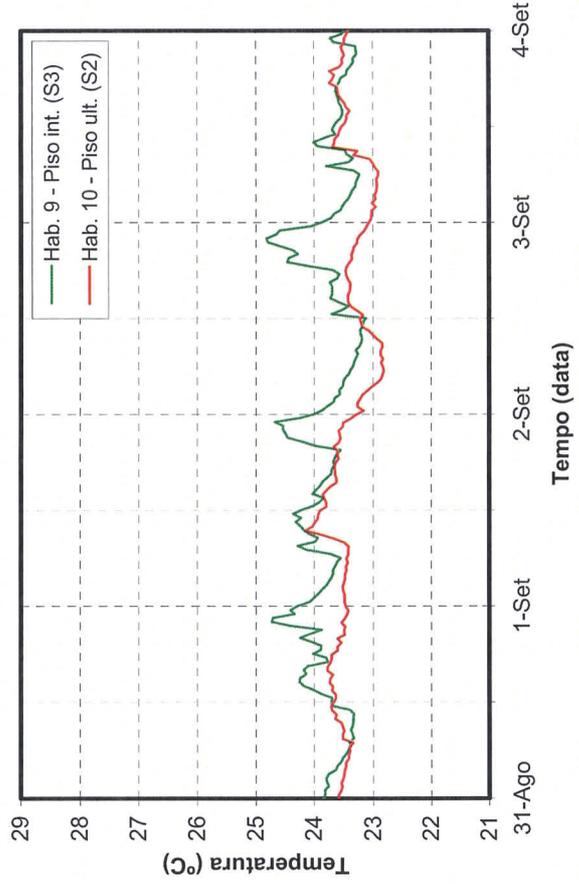


Fig. 13 – Evolução da temperatura em frações localizadas em pisos intermédios e últimos (edifícios reabilitados).



Espaços interiores com diferentes exposições solares numa habitação

À semelhança da primeira campanha de medições, no presente estudo foi possível medir, em simultâneo, a temperatura do ar em espaços interiores (quarto e sala de estar) de cinco habitações¹ com dupla exposição solar (*Este / Oeste* e *Norte / Sul*).

No Quadro 6 sintetizam-se os resultados das medições efectuadas através da indicação dos valores médios da temperatura e da amplitude térmica diária observados no interior dos espaços estudados.

Quadro 6 – Resultados das medições em contínuo da temperatura do ar efectuadas em habitações do bairro Sá Carneiro

Habitação (Piso)	Estado de reabilitação	Espaço (Expos.)	Sonda T/HR (Ref^a)	Temperatura do ar, T_a (°C) / Amplitude térmica diária, ΔT_a (°C)	
				1º Período (10 / 14 Ago.)	2º Período (31 Ago. / 4 Set.)
<i>Hab. 12 (int.)</i>	não reabilitado	Sala (O)	S4	25,5 / 1,9	23,6 / 1,4
		Quarto (E)	S6	25,7 / 1,5	23,4 / 1,2
<i>Hab. 13 (ult.)</i>		Sala (O)	S11	26,4 / 1,8	23,2 / 1,4
		Quarto (E)	S9	26,6 / 1,7	23,2 / 1,2
<i>Hab. 9 (int.)</i>	reabilitado	Sala (E)	S3	24,5 / 1,1	23,6 / 1,3
		Quarto (O)	S10	24,6 / 1,4	23,2 / 1,2
<i>Hab. 10 (ult.)</i>		Sala (E)	S2	25,3 / 1,2	23,3 / 0,7
		Quarto (O)	S13	24,8 / 1,2	23,0 / 0,4
<i>Hab. 14 (ult.)</i>		Sala (S)	S15	25,7 / 2,7	24,5 / 1,9
		Quarto (N)	S5	25,4 / 2,5	24,8 / 1,4

* - *int* – piso intermédio *ult.* – último piso

Uma análise geral dos valores apresentados no quadro anterior permite retirar as seguintes principais ilações, relativamente à distribuição de temperaturas nos dois compartimentos analisados de cada fracção habitacional:

- em ambos os períodos de medição em análise as temperaturas médias obtidas em cada habitação, nos dois espaços avaliados, são muito semelhantes, o que reflecte uma uniformidade de temperatura no interior de cada fracção habitacional, independentemente da exposição solar dos espaços;
- estima-se que a referida uniformidade se deve a uma conjuntura que resulta de dois factores, nomeadamente: à abertura de janelas dos espaços analisados e à activação dos estores exteriores, principalmente, nos espaços com exposição a Sul (redução dos ganhos solares);

¹ - Na *Hab. 11* também foram colocados dois equipamentos, um na sala de estar e outro num dos quartos. No entanto em ambos os dispositivos ocorreu um problema no registo dos dados.

- salienta-se que, no decorrer da campanha anterior (meia-estação), ao contrário do que se verificou na presente campanha (Verão), se identificaram diferenças de temperaturas no interior das fracções estudadas assinaláveis em fracções com exposição *Este / Oeste*. Este facto deve-se à maior incidência de radiação solar nas fachadas dos espaços estudados, no período de meia-estação, pelo facto da trajectória do Sol ser mais baixa do que no Verão.

Na Fig. 14 e na Fig. 15 representa-se a evolução da temperatura do ar no interior de duas fracções residenciais do bairro (*Hab. 13 e Hab. 14*), respectivamente, com exposição solar *Este / Oeste* e *Sul / Norte* (vd. Quadro 2), durante os dois períodos em análise, que comprovam as ilações acima referidas.

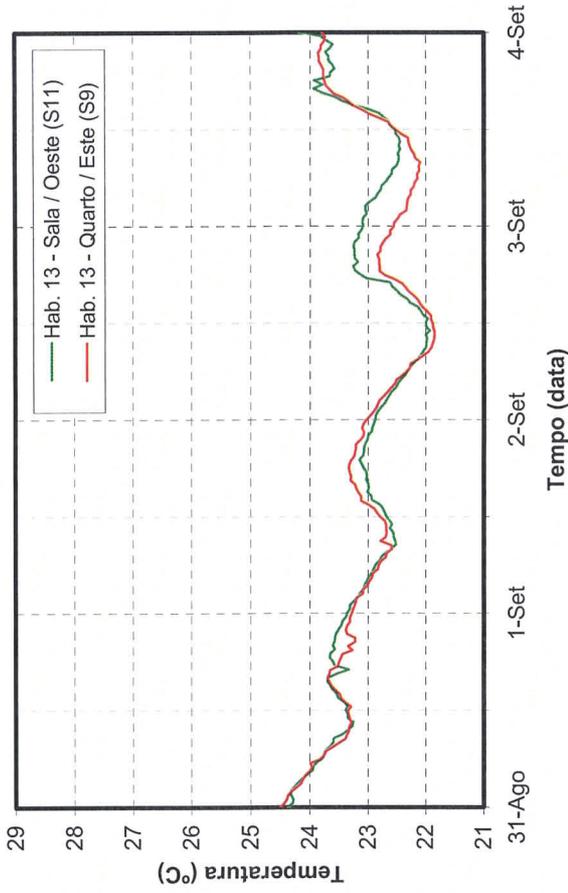
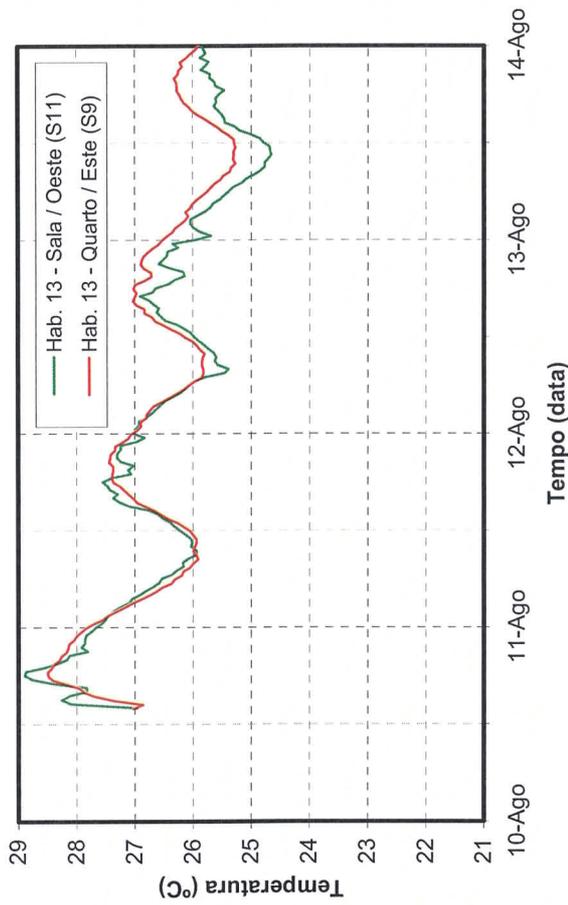


Fig. 14 – Evolução da temperatura no interior (quarto e sala de estar) numa fracção com exposição solar *Este / Oeste*.

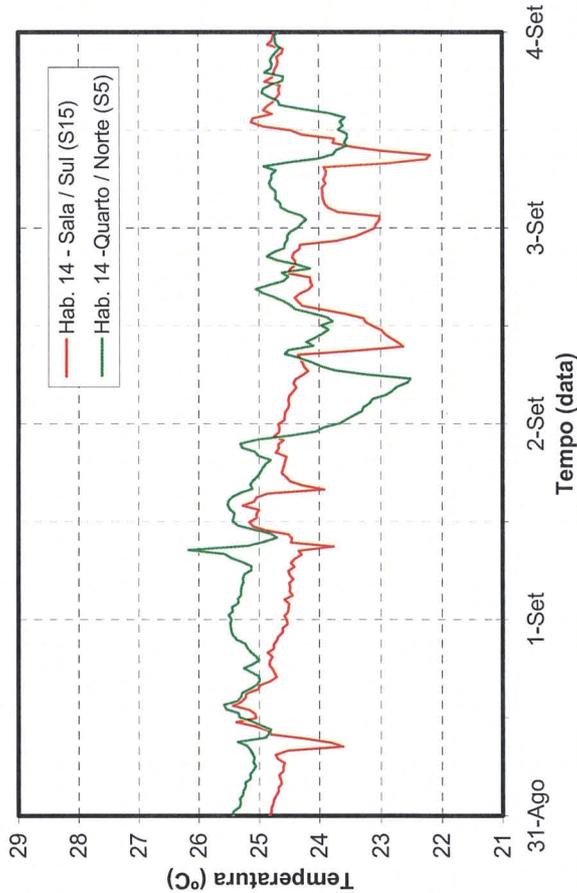
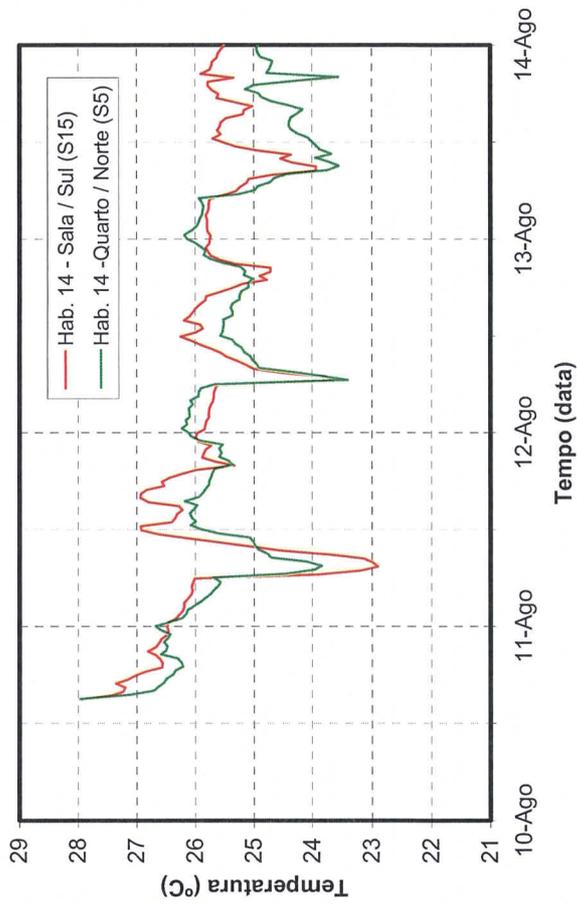


Fig. 15 – Evolução da temperatura no interior (quarto e sala de estar) numa fracção com exposição solar *Norte / Sul*

Fracções antes e após a intervenção de reabilitação

Tal como já referido (vd. 1) no decorrer da presente campanha de medições foi possível medir e registar as condições ambientes em contínuo, em seis fracções habitacionais de bairro Sá Carneiro (Quadro 1), das quais três já tinham sido sujeitos às obras de reabilitação (*Hab. 9, Hab. 10, e Hab. 14*) e outras três ainda não tinha sido iniciada a intervenção planeada (*Hab. 11 a Hab. 13*).

Tendo em conta as diferentes características das fracções estudadas (orientação solar, localização em altura no edifício e tipologia da fracção), na presente campanha de medições foi possível comparar o desempenho térmico de quatro fracções¹, duas localizadas em pisos intermédios (*Hab. 9 e Hab. 12*) e outras duas em últimos pisos (*Hab. 10 e Hab. 13*), com o intuito de avaliar a influência da intervenção de reabilitação térmica nos edifícios do bairro Sá Carneiro.

Nesse sentido, indicam-se no Quadro 7 os valores médios da temperatura e da amplitude térmica diária observados no interior dos espaços estudados durante dois períodos da campanha de medição (10 a 14 de Agosto e 31 de Agosto a 4 de Setembro).

Quadro 7 – Resultados das medições em contínuo da temperatura do ar efectuadas em habitações do bairro Sá Carneiro

Habitação (Piso*)	Estado de reabilitação	Espaço (Expos.)	Sonda T/HR (Ref^a)	Temperatura do ar, T_a (°C) / Amplitude térmica diária, ΔT_a (°C)		
				1º Período (10 / 14 Ago.)	2º Período (31 Ago. / 4 Set.)	
<i>Hab. 12 (int.)</i>	não reabilitado	Sala (O)	S4	25,5 / 1,9	23,6 / 1,4	
		Quarto (E)	S6	25,7 / 1,5	23,4 / 1,2	
Sala (O)		S11	26,4 / 1,8	23,2 / 1,4		
Quarto (E)		S9	26,6 / 1,7	23,2 / 1,2		
<i>Hab. 9 (int.)</i>		reabilitado	Sala (E)	S3	24,5 / 1,1	23,6 / 1,3
			Quarto (O)	S10	24,6 / 1,4	23,2 / 1,2
<i>Hab. 10 (ult.)</i>	Sala (E)		S2	25,3 / 1,2	23,3 / 0,7	
	Quarto (O)		S13	24,8 / 1,2	23,0 / 0,4	

* - *int* – piso intermédio *ult.* – último piso

Na Fig. 16 e na Fig. 17 representa-se a evolução das temperaturas do ar das fracções indicadas no quadro anterior para os espaços orientados a *Este*, durante os dois períodos referidos.

¹ - Em todas as fracções consideradas, os espaços avaliados foram a sala de estar e um dos quartos, com exposição solar *Este* ou *Oeste*.

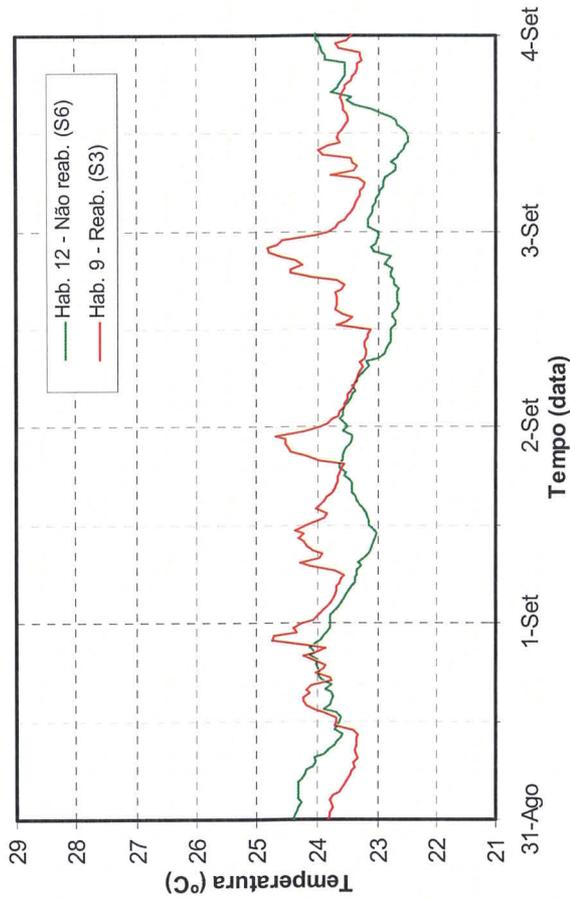
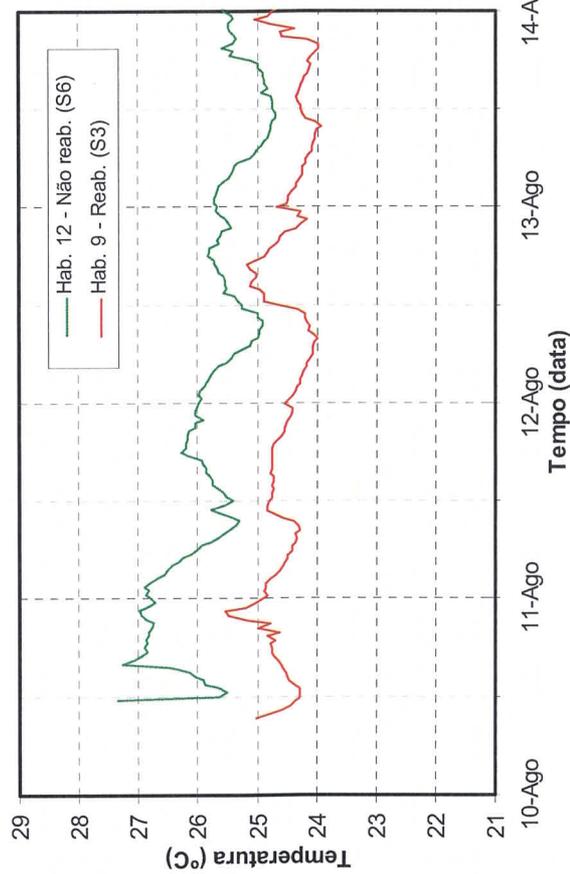


Fig. 16 – Evolução da temperatura em espaços de frações localizadas em **piso intermédios** (exposição solar Este).

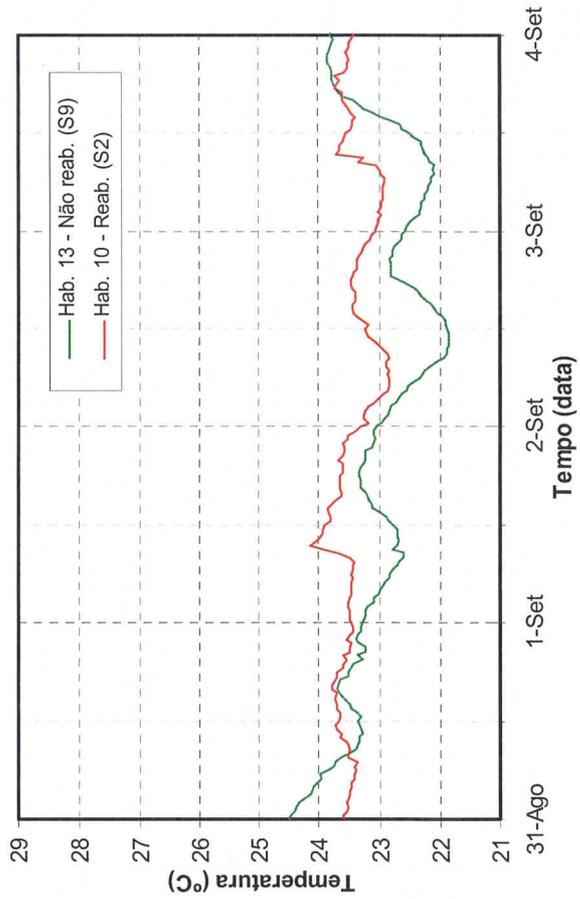
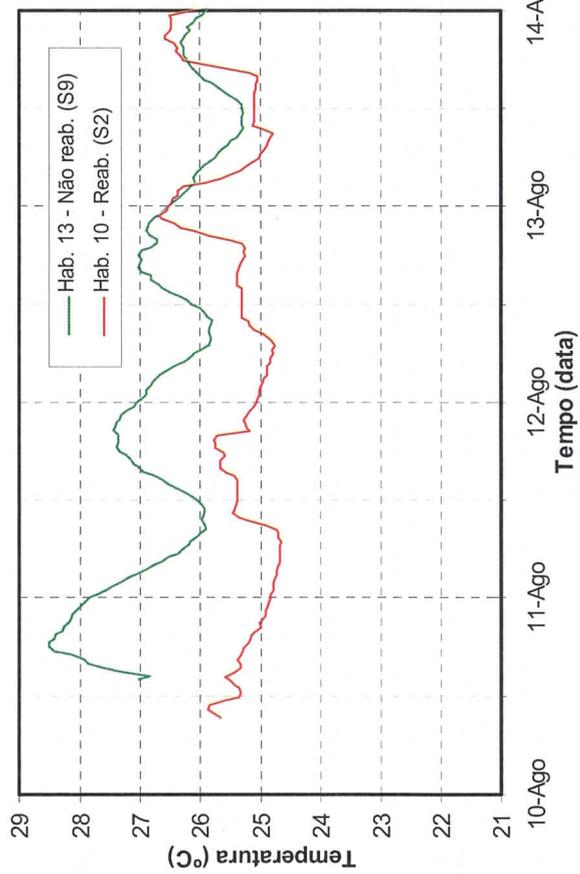


Fig. 17 – Evolução da temperatura em espaços de frações localizadas em **últimos pisos** (exposição solar Este)

A análise geral dos resultados apresentados no quadro e nas figuras anteriores permite retirar as seguintes principais conclusões:

- as temperaturas medidas e registadas nas fracções habitacionais, durante o 1º período de Verão em análise (10 a 14 de Agosto), foram mais elevadas nos espaços de edifícios não reabilitados do que reabilitados, quer estes estejam localizados em últimos pisos ou pisos intermédios. Em relação aos valores médios das temperaturas interiores as diferenças foram, cerca de, 1 °C (vd. Quadro 7), enquanto que em termos instantâneos, se verificaram diferenças máximas de 3 °C entre as temperaturas observadas num último piso não reabilitado e noutra reabilitado (vd. Fig. 16). Este facto permite evidenciar uma melhoria das condições ambientes (temperaturas mais baixas) resultantes da intervenção de reabilitação térmica, durante um período em que a variação diária da temperatura exterior foi acentuada;
- no decorrer do segundo período em análise (31 de Agosto a 4 de Setembro) não é perceptível qualquer tipo de melhoria das condições ambientes interiores devido à intervenção de reabilitação térmica (temperaturas médias muito semelhantes; vd. Quadro 7). Tal como já foi evidenciado neste e no relatório anterior [2], quando as amplitudes térmicas exteriores são mais reduzidas as diferenças de temperaturas interiores em espaços com diferentes características (localização, exposição solar ou estado de reabilitação) são geralmente muito ténues;
- salienta-se no entanto, ainda nesse período, que em termos de temperaturas instantâneas, as temperaturas nos espaços reabilitados foram ligeiramente mais elevadas do que nos espaços não reabilitados (vd. Fig. 16 e Fig. 17), pelo facto de existir um melhor isolamento térmico dos edifícios reabilitados e de ter chovido (arrefecimento da envolvente dos edifícios) no início do período considerado.
- Há que referir que os espaços nas fracções não reabilitadas são *quartos*, e nas fracções reabilitadas são *salas*, o que, poderá influenciar, de algum modo, as condições analisadas. Por outro lado, o comportamento dos utentes dos espaços interiores, nomeadamente com a abertura ou fecho de janelas, ou com a utilização dos estores exteriores, naturalmente também influencia as condições ambientes existentes. No entanto não tendo sido possível identificar os referidos comportamentos, ao longo de todo o período de medição, o seu impacto nos resultados obtidos não pode ser avaliada.

Percepção térmica (folha de registo)

De acordo com a metodologia do presente estudo (vd. 2.1), no início de período de medição dos parâmetros higrotérmicos foi fornecida uma ficha de registo aos residentes de todas as habitações estudadas para que, regularmente, durante o período de três semanas pudessem exprimir as suas percepções térmicas nos espaços em estudo.

Para esse efeito era solicitada apenas que exprimissem a sua **sensação térmica** e a sua **preferência térmica** na hora do preenchimento da referida ficha (sendo ainda indicada a data e a hora da operação), através das escalas térmicas (Fig. 5 e Fig. 6).

A análise dos resultados¹ obtidos através das referidas folhas de registo permitiu concluir que em, cerca de, 55% dos votos expressos os inquiridos manifestaram estar satisfeitos com o ambiente térmico interior (vd. 2.4).

¹ - Foi obtida 1 folha de registo de cada habitação estudada devidamente preenchida (29 votos de percepção térmica).

4. CONFORTO TÉRMICO (MEDIÇÕES PONTUAIS)

4.1. Critério de avaliação

As recomendações de condições satisfatórias de conforto térmico aplicáveis a espaços interiores são expressas utilizando vários indicadores, entre eles a temperaturas do ar, a temperatura operativa e índices térmicos. Apresentam-se a seguir, de forma sucinta, as recomendações aplicáveis a espaços interiores, especificadas em documentos regulamentares ou normativos, que serviram de base à apreciação das condições registadas no presente.

a) Temperatura do ar

No domínio regulamentar o actual *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios* (RCCTE) [3] considera que as condições ambientes de conforto de referência, para a estação de arrefecimento (Verão), são uma temperatura do ar de 25 °C e 50 % de humidade relativa.

b) Índices PMV e PPD

Tal como foi referido no relatório anterior [2], os índices térmicos PMV (*voto médio previsível*) e PPD (*percentagem prevista de insatisfeitos*) são especificados para ambientes térmicos moderados e constituem a base da norma europeia EN ISO 7730 [5], sendo também considerados nas normas ASHRAE 55 [8] e EN 15251 [7], para a caracterização de ambientes interiores de edifícios climatizados.

No Quadro 8 apresentam-se os valores recomendados, para várias classes de ambientes térmicos (com diferentes níveis de exigência que diminuem da classe A para a classe C), de modo a que um dado ambiente térmico seja considerado aceitável em termos dos índices PPD e PMV.

Quadro 8 – Ambientes térmicos e respectivas exigências [5]

Classe	PPD (%)	PMV
A	< 6	-0,2 < PMV < +0,2
B	< 10	-0,5 < PMV < +0,5
C	< 15	-0,7 < PMV < +0,7

À semelhança do ocorrido na primeira campanha de medições (meia-estação) admitiu-se que para os espaços em análise a classe dos ambientes a considerar é a C. Assim, tendo em conta os valores referidos no Quadro 8 são recomendados uma percentagem prevista de insatisfeitos (PPD) inferior a **15 %**, e um voto médio previsível (PMV) compreendido entre **- 0,7 e 0,7**.

c) *Temperatura operativa*

A temperatura operativa do ar, T_{op} , é um parâmetro muito frequentemente utilizado para especificar as condições ambientes satisfatórias.

Em termos de conforto térmico a norma europeia EN 15251 [7] classifica os ambientes térmicos em função do grau de exigência estabelecido para o edifício em análise e para os seus ocupantes¹ (Quadro 9).

Quadro 9 – Aplicabilidade das classes de ambientes térmicos e gamas de temperaturas aceitáveis [7]

Classe	Descrição	Gama aceitável
I	Elevado nível de expectativa apenas usado em espaços ocupados por pessoas muito sensíveis e débeis	± 2 °C
II	Expectativa normal (edifícios novos e reabilitados)	± 3 °C
III	Expectativa moderado (edifícios existentes)	± 4 °C
IV	Valores fora dos critérios acima estabelecidos (períodos limitados)	> 4 °C

A referida norma indica um critério de cálculo (modelo adaptativo) das gamas de temperatura aceitáveis para edifícios de serviços e residenciais, sem sistemas de climatização mecânicos activos² [7].

No modelo de cálculo constante da norma EN 15251 [7] a temperatura de conforto é determinada com base na temperatura exterior observada nos dias que antecedem as medições, T_{mp} (temperatura média ponderada), e o “desvio” definido em torno daquele valor (o qual determina a gama de temperatura aceitável) depende da categoria em que o ambiente térmico é classificado (Quadro 9).

Atribuindo uma classe III³ (Quadro 9) aos espaços estudados e atendendo aos valores da temperatura exterior registados nos dias que antecederam as medições, a gama de temperatura operativa considerada adequada pela norma europeia foi de: **21,3 °C a 29,3 °C**, para o dia 10 de Agosto (vd. 4.2; Fig. 18).

De acordo com o Quadro 9, aos espaços interiores das fracções reabilitadas deverá ser atribuída a classe II (mais exigente). Nesse sentido, segundo a norma europeia, tendo em conta as temperaturas exteriores observadas, a temperatura máxima aceitável a considerar

¹ - As classes de I a III (Quadro 9) são equivalentes às classes A a C apresentadas no Quadro 8.

² - Para edifícios climatizados a norma específica os limites aceitáveis dos índices *PMV* e *PPD* [5].

³ - Os ambientes nos espaços reabilitados, de acordo com o Quadro 9, podem ser classificados na classe II. No entanto, de modo a ser possível comparar as condições ambientes nas diversas fracções estudadas, no presente estudo consideram-se todos os espaços como classe III.

deverá ser **28,3 °C** para o dia 10 de Agosto (data em que se realizaram os levantamentos de conforto).

Considerando o modelo adaptativo desenvolvido no LNEC [1], as gamas de conforto térmico para as temperaturas exteriores¹ verificadas no período de medição são de **21,1 °C** a **27,1 °C** (vd. 4.2; Fig. 18), para o dia das medições (10 de Agosto).

4.2. Resultados obtidos

4.2.1. Parâmetros higrotérmicos e índices térmicos

No dia 10 de Agosto foram efectuados seis levantamentos das condições ambientes em várias habitações de edifícios do bairro Sá Carneiro em Leiria (vd. 2.2; Quadro 3).

No Quadro 10 apresentam-se os resultados dos principais parâmetros ambientes registados durante os levantamentos efectuados (*Lev.*) no referido bairro, na presente campanha de medições. Esses resultados correspondem aos valores médios das temperaturas do ar, interior e exterior, e da humidade relativa interior, calculados com base nos registos obtidos durante cada período de medição (com a duração de aproximadamente uma hora).

Nesse quadro indicam-se, ainda, os índices térmicos (*PMV* e *PPD*) calculados com base nos parâmetros interiores registados e em valores individuais estimados (actividade física e vestuário)², assim como a exposição solar dos espaços estudados. Salienta-se ainda, que em nenhum dos levantamentos realizados se verificou a utilização que qualquer sistema de climatização (arrefecimento ou ventilação) existente nos espaços estudados.

Quadro 10 – Resultados obtidos nos levantamentos pontuais efectuados em várias habitações do bairro Sá Carneiro

Levantamento	Bloco	Exposição solar	Parâmetros ambientais				Índices térmicos	
			T_a (°C)	T_{op} (°C)	HR (%)	T_{ext} (°C)	PMV	PPD (%)
Lev 1	8	Este	24,8	24,7	59	24	0,12	5
Lev 2		Este	25,7	25,4	40	28	-0,02	5
Lev 3	1	Oeste	26,3	26,5	33	29	0,72	16
Lev 4		Oeste	25,5	25,5	30	32	0,18	6
Lev 5	2	Oeste	29,0	28,6	28	34	1,4	45
Lev 6	22	Sul	27,2	27,8	35	33	0,88	21

T_a – Temperatura interior
 T_{ext} – Temperatura exterior

T_{op} – Temperatura operativa
 PMV – Voto Médio Previsível

HR – Humidade relativa interior
 PPD – Percentagem Média de Insatisfeitos

¹ - Expressas, tal como na norma EN 15251, em termos da temperatura média exterior, exponencialmente ponderada, T_{mp} , dos últimos sete dias [7].

² - Face à informação obtida durante a observação visual efectuada pelo técnico que realizou os levantamentos, os valores estimados foram 1,2 *met* para a taxa de metabolismo (actividade física) e 0,5 *clo* para a resistência térmica do vestuário (valor típico para o Verão).

A análise dos resultados apresentados no quadro anterior, face aos critérios indicados em 3.1, permite retirar as seguintes conclusões acerca das condições ambientes registadas nos espaços em estudo.

a) Temperatura do ar

Em termos das temperaturas interiores (T_a) registadas, da análise dos valores indicados no Quadro 10, verifica-se que os correspondentes valores variaram entre cerca de, **25 °C** e **29 °C**, ultrapassando desse modo o valor da temperatura de *referência* de conforto para o período de arrefecimento (**25,0 °C**), indicado na regulamentação térmica e energética actualmente em vigor em Portugal [3][6].

Nesse sentido, tendo em conta o referido valor convencional de conforto, estima-se que as temperaturas registadas foram elevadas indiciando assim sempre situações de desconforto térmico.

b) Índices PMV e PPD

Relativamente aos índices térmicos calculados (Quadro 10), que têm em conta os efeitos de vários parâmetros ambientais e, ainda, os parâmetros individuais (actividade e vestuário), verifica-se que os valores obtidos para o índice *PMV* indicam que a opinião média estimada para um grupo de indivíduos, no dia dos levantamentos, é de que o ambiente estaria entre uma situação de neutralidade “*nem frio nem quente*” ($PMV = 0$) e “*ligeiramente quente*” ($PMV = 1,4$).

Considerando os limites para a existência de condições satisfatórias de conforto térmico recomendados nas normas EN ISO 7730 e ASHRAE 55 ($PPD < 15\%$; $-0,7 < PMV < 0,7$) (vd. 4.1b), estima-se que nos levantamentos efectuados tenham existido condições de desconforto térmico em três dos levantamentos efectuados (*Lev. 3, Lev. 5 e Lev. 6*), de acordo com as referidas normas internacionais. Salienta-se que quando se avaliaram situações de desconforto térmico ($PPD > 15\%$) as temperaturas interiores observadas foram superiores a **26,0 °C**¹.

c) Temperatura operativa

Numa abordagem adaptativa (vd. 4.1c), isto é adoptando modelos que consideram que, além dos factores físicos, os factores psicológicos e fisiológicos também têm um forte

¹ - Valor semelhante ao valor mínimo de referência de conforto indicado na legislação nacional para períodos de aquecimento (Inverno) [3][6].

influência na definição de conforto térmico, os limites indicados para situações de conforto térmico são mais tolerantes e são especificados em termos de temperatura operativa (T_{op})¹.

Na Fig. 18 representam-se os limites de temperaturas de conforto resultantes, da aplicação, quer do modelo desenvolvido pelo LNEC [1], quer da norma europeia EN 15251 [7], assim como, as temperaturas operativas interiores obtidas no decorrer de todos os levantamentos efectuados no Bairro Sá Carneiro.

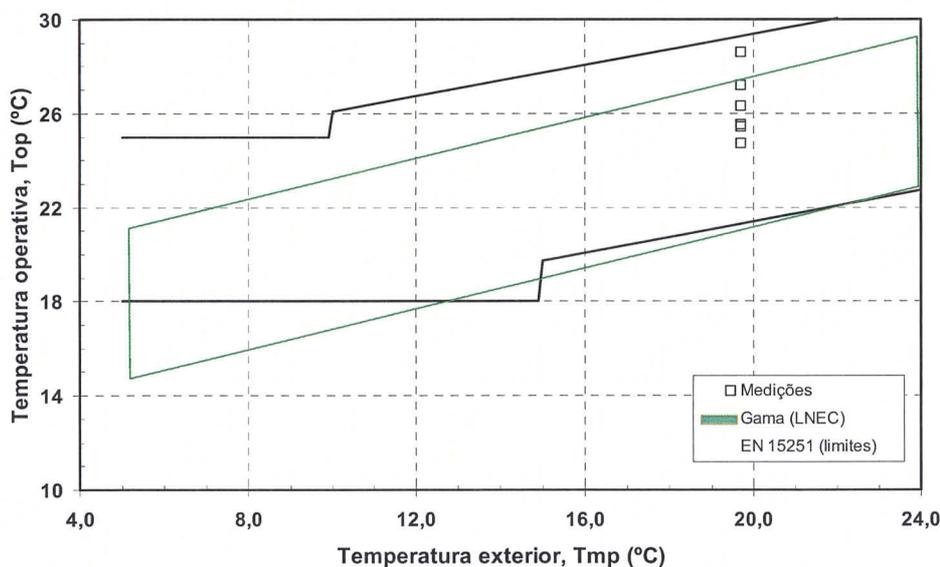


Fig. 18 – Temperaturas operativas obtidas ao longo dos levantamentos efectuados e limites recomendados

A análise dos resultados apresentados na Fig. 18 permite concluir que, adoptando o modelo adaptativo indicado na norma europeia EN 15251 [7], em todos os levantamentos realizados no Bairro Sá Carneiro a 10 de Agosto, se verificaram condições de conforto térmico. Tendo em conta o modelo desenvolvido no LNEC [1] estima-se que apenas no *Lev. 5*, em que a temperatura operativa, T_{op} , registada foi 28,6 °C, não se observaram condições de conforto térmico.

Tendo em conta as análises acima efectuadas – com base na legislação actualmente em vigor, nas normas internacionais EN ISO 7730 e ASHRAE 55, e nos modelos adaptativos – confirma-se, tal como se verificou na campanha anterior [2] assim como em outros estudos de investigação efectuados [1, 9, 10, 11 e 12], uma maior tolerância térmica na avaliação de ambientes térmicos aquando da aplicação de modelos adaptativos, pelo facto de ser considerada a capacidade de adaptação humana às condições ambientes.

¹ - Os valores de T_{op} , em termos médios, são muito semelhantes aos da temperatura do ar interior, T_a .

4.2.2. *Percepções térmicas*

Nas análises anteriores apresentaram-se os resultados referentes aos parâmetros ambientais (objectivos) determinantes na descrição da percepção térmica dos utentes, e na consequente definição das suas condições de conforto térmico.

De seguida descrevem-se e analisam-se as percepções térmicas individuais dos utentes dos espaços estudados, nomeadamente, a *sensação* e a *preferência* térmicas, expressas nos questionários aplicados aos inquiridos aquando da realização dos levantamentos.

a) *Sensação térmica*

De modo a avaliar a sensação humana no contexto de um determinado ambiente térmico interior foi utilizada a escala atrás descrita (Fig. 5), através da qual cada inquirido manifestou a sua *sensação* térmica durante o período em que decorreu a medição dos parâmetros ambientais interiores.

No decorrer do período de medições (dia 10 de Agosto) realizadas no Bairro Sá Carneiro, em que foram efectuados seis levantamentos das condições ambientes em diversas fracções (Quadro 3), foram recolhidos seis questionários¹ que compilam a informação fornecida pelos ocupantes das referidas fracções.

De acordo com os votos expressos nos questionários recolhidos verificou-se que, apenas num levantamento (*Lev. 5*), o utente inquirido manifestou uma sensação de desconforto considerando que, naquele momento, o ambiente estava “*quente*” (*vd. Fig. 5; sti = 2*). Os restantes inquiridos revelaram uma sensação de satisfação face às condições ambientes existentes, expressando estar “*nem quente nem frio*” (*sti = 0*) ou “*ligeiramente quente*” (*sti = 1*).

b) *Preferência térmica*

De acordo com a metodologia adoptada neste estudo (*vd. 2.4*), após a indicação da sensação térmica nos questionários, os inquiridos foram convidados a exprimirem a sua *preferência* térmica, *pti*, utilizando para o efeito a escala apresentada na Fig. 6.

Em relação à *preferência* térmica, a maioria dos utentes inquiridos (66%) gostaria que o ambiente estivesse “*ligeiramente mais frio*” (*pti = -1*) e os restantes manifestaram a vontade de manter o ambiente “*tal como está*” (*pti = 0*).

¹ - Em cada levantamento foi obtido um questionário.

CONCLUSÕES

Nos capítulos precedentes apresentaram-se os resultados de uma segunda campanha de medições, que decorreu no período de 10 de Agosto a 6 de Setembro do corrente ano, inserida num programa de avaliação das condições ambientes em diversas fracções habitacionais de vários edifícios do bairro social Sá Carneiro em Leiria. Entre os dias 30 de Março e 19 de Abril foi realizada uma 1ª campanha de medições para avaliar as condições ambientes interiores no período de meia-estação [2].

Tal como foi referido na metodologia de estudo adoptada (*vd.* 2), no decorrer do presente estudo foram efectuadas medições das condições higrotérmicas (temperatura e humidade relativa do ar), em contínuo durante uma sequência de quatro semanas, em simultâneo, no interior de várias habitações representativas de diversas localizações nos edifícios (pisos diferentes) e no bairro (orientações solares distintas) de modo a avaliar as condições ambientes interiores das habitações reabilitadas e não reabilitadas.

A análise dos resultados obtidos das medições efectuadas (*vd.* 3.1) durante o referido período permitiu retirar as seguintes principais conclusões:

- enquanto que as temperaturas médias diárias exteriores variaram entre, cerca de **17 °C** e **27 °C**, as temperaturas médias do ar no interior das diferentes fracções analisadas oscilaram entre, **23 °C** e **27 °C** (*vd.* Quadro 4), e resultaram essencialmente, das trocas de calor com o exterior e dos ganhos solares através da envolvente, sobretudo dos vãos envidraçados;
- quando se comparam as temperaturas interiores registadas em fracções de pisos intermédios e em últimos pisos, conclui-se que nos períodos mais quentes as temperaturas foram mais elevadas nos pisos superiores, independentemente, dos edifícios estarem ou não reabilitados (*vd.* Quadro 5). Tal como já foi identificada e justificada na campanha anterior, esta situação resulta da maior área de envolvente exterior existente (parte dela cobertura em terraço) nas fracções de último piso;
No entanto, em períodos em que as amplitudes térmicas exteriores foram mais reduzidas e a temperatura média exterior foi mais estável (31 de Agosto a 4 de Setembro), a diferença entre as temperaturas interiores observadas entre pisos intermédios e últimos pisos é pouco perceptível (*vd.* Quadro 5);
- o estudo das temperaturas do ar registadas em espaços interiores com diferentes exposições solares em cada habitação (*Este / Oeste e Norte / Sul*) permitiu concluir que existe uma grande uniformidade no interior das fracções estudadas que resulta da abertura de janelas (ventilação natural) e da utilização adequada dos sistemas de protecção solar exterior;

- as medições efectuadas, com vista a análise do grau de eficácia da intervenção de reabilitação térmica, permitiram verificar que, quando ocorreram variações acentuadas da temperatura exterior (período de 10 a 14 de Agosto), os valores das temperaturas registados nas fracções não reabilitadas foram mais elevados (chegando a atingir diferenças máximas de, cerca de, 3 °C em relação aos valores obtidos nas fracções reabilitadas). Nesse sentido, conclui-se que quando com aquelas condições exteriores se verificou uma melhoria assinalável nas condições ambientes associada à reabilitação térmica.

Quando a temperatura exterior foi mais estável (período de 31 de Agosto a 4 de Setembro), verificou-se que as temperaturas médias foram muito semelhantes em espaços reabilitados ou não (vd. Quadro 7).

Salienta-se ainda que, além dos aspectos construtivos referentes aos espaços estudados (localização, exposição solar e reabilitação térmica) cuja influência se tentou avaliar, o comportamento dos utilizadores dos espaços (utilização das janelas ou estores exteriores) é fundamental na definição das condições ambientes existentes. No entanto, não tendo sido possível identificar os referidos comportamentos, ao longo de todo o período de medição, o seu impacto nos resultados obtidos não pode ser avaliado.

No primeiro dia do período de medições em contínuo (10 de Agosto) foi, ainda, realizado um conjunto de levantamentos pontuais (durante um período de cerca de uma hora) das condições de conforto térmico em várias salas de estar das fracções habitacionais estudadas (vd. Quadro 2). Tendo em conta diferentes critérios de avaliação das condições de conforto térmico (vd. 4.1), a análise dos resultados obtidos levou às seguintes conclusões:

- adoptando a temperatura convencional de referência indicada na actual regulamentação nacional (25,0 °C) [3][6], verificou-se que as temperaturas interiores observadas no referido dia de medições, com excepção do primeiro levantamento (24,7 °C), foram sempre superiores ao valor máximo referenciado; deste modo conclui-se que, com base nessa regulamentação as condições interiores analisadas seriam, em geral, consideradas insatisfatórias;
- adoptando os valores normativos recomendados para os índices térmicos (PMV e PPD) [5][7][8] os resultados calculados (vd. Quadro 10) permitiram estimar situações de desconforto térmico em três levantamentos efectuados (*Lev. 3, Lev. 5 e Lev. 6*; vd. Quadro 10), durante os quais se registaram temperaturas operativas superiores a **26 °C**;

- Numa abordagem adaptativa, mais adequada à avaliação das condições ambientes em edifícios não-climatizados, aplicando o modelo indicado na norma europeia EN 15 251 [7], verifica-se que em todos os levantamentos efectuados as condições ambientes foram consideradas satisfatórias (vd. Fig. 18), enquanto que se for utilizado o modelo desenvolvido no LNEC [1], estima-se que apenas num dos levantamentos realizado no âmbito da presente campanha de medições (Lev. 5; vd. Quadro 10), se verificou uma situação de desconforto térmico; salienta-se que a temperatura média registada no referido levantamento foi superior a **28 °C**;
- os ocupantes dos espaços estudados, directamente inquiridos por questionário acerca das suas percepções térmicas durante as medições efectuadas nas várias habitações, manifestaram uma satisfação térmica generalizada face as condições ambientes existentes (vd. 4.2.2), embora a maioria (66%) considere que gostaria que o ambiente estivesse *ligeiramente mais frio*.

No início do próximo ano (Janeiro / Fevereiro), irá ser realizada uma terceira e última campanha de medições (ou pontuais e em contínuo) em diversas fracções do bairro, de modo a avaliar as condições ambientes no Inverno.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Dezembro de 2011.

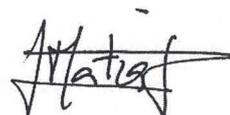
VISTO

O Chefe da Equipa de Projecto Especial
Edificação Sustentável



Carlos Alberto Pina dos Santos

AUTORIA



Luís Matias
(Investigador Auxiliar)

O Conselho Directivo



Carlos Pina
Presidente do LNEC



Carlos Alberto Pina dos Santos
(Investigador Principal)

BIBLIOGRAFIA

1. MATIAS, L.; – *Desenvolvimento de um modelo adaptativo para definição das condições de conforto térmico em Portugal*. Coleção Teses e Programas de Investigação do LNEC (TPI), TPI 65. Lisboa: LNEC, 2010.
2. MATIAS, L.; PINA SANTOS, C. – *Conforto térmico em edifícios de habitação social. Bairro Sá Carneiro (Leiria). Medições na meia-estação*. Relatório nº 197/2011 – ES/LNEC. Lisboa: LNEC, Maio de 2011.
3. /PI - Leis, decretos, etc. – *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril)*. Diário da República nº 67, I SÉRIE-A, p. 2468 a 2513.
4. COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION (CEN) – *Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities (ISO 7726:1998)*. EN ISO 7726: 2001.
5. CEN – *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria (ISO 7730:2005)*. EN ISO 7730:2005.
6. /PI - Leis, decretos, etc. – *Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril)*. Diário da República nº 67, I SÉRIE-A, p. 2416 a 2468.
7. CEN – *Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings-addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*. EN 15251:2007.
8. AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE) – *Thermal environmental conditions for human occupancy*. ANSI/ASHRAE Standard 55-2004.
9. MATIAS, L. – *Avaliação das condições de conforto térmico em edifícios de habitação (Lisboa e Leiria). Verão de 2010*. Relatório 110/2011-ES/LNEC. Lisboa: LNEC, Abril 2011.
10. MATIAS, L. – *Avaliação das condições de conforto térmico em edifícios de habitação. Inverno 2010 / 2011*. Relatório 196/2011-ES/LNEC. Lisboa: LNEC, Maio 2011.
11. MATIAS, L.; PINA SANTOS, C.; PINTO, A. – *Net Zero Energy School – Reaching the Community. Escola secundária de Vergílio Ferreira. Condições ambientes no período de Inverno de 2010*. Relatório nº 180/2010 – ES/LNEC. Lisboa: LNEC, Junho de 2010.
12. MATIAS, L.; PINA SANTOS, C.; PINTO, A. – *Net Zero Energy School – Reaching the Community. Escola secundária de Vergílio Ferreira. Condições ambientes no período de meia-estação de 2010*. Relatório nº 269/2010 – ES/LNEC. Lisboa: LNEC, Agosto de 2010.

ANEXO I – INQUÉRITO



INQUÉRITO SOBRE:
CONFORTO TÉRMICO

(V03_10h_Inv)

Este edifício está a ser estudado ao abrigo de um trabalho de investigação desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

O objectivo deste inquérito é avaliar a opinião dos ocupantes deste edifício relativamente ao ambiente térmico, de modo a identificar os factores psicossociais que influenciam a sensação de conforto térmico.

Os resultados deste inquérito complementarão as medições de vários parâmetros ambientes efectuadas em simultâneo.

Sendo a sua participação fulcral para o desenvolvimento deste estudo, pedimos que responda com franqueza às perguntas que seguidamente são apresentadas. Salienta-se ainda que todas as respostas são confidenciais e anónimas, sendo os dados tratados apenas para fins estatísticos.

Muito obrigado pelo tempo despendido e pela sua cooperação.

Atentamente,

(Luís Matias)

"O conforto térmico pode ser definido como o estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico" (EN ISO 7730)

Lisboa, 2010

3.2 INGERIU ALGUMA BEBIDA, no decorrer da última hora ?

NÃO

SIM | ⇒ Senti CALOR
⇒ Senti FRIO
⇒ Outra razão

3.3 Durante a última hora, assinale se tomou algumas das seguintes medidas com o intuito de melhorar as condições de conforto térmico.

- | | | | |
|--|-----------------------|--|-----------------------|
| 1. Abrir / fechar uma janela | <input type="radio"/> | 6. Alterar a temperatura do aquecimento / AC | <input type="radio"/> |
| 2. Abrir / fechar uma porta | <input type="radio"/> | 7. Outra: _____ | <input type="radio"/> |
| 3. Ligar / desligar uma ventoinha | <input type="radio"/> | 8. Não tomei nenhuma | <input type="radio"/> |
| 4. Subir / descer estores ou correr cortinas | <input type="radio"/> | | |
| 5. Ligar / desl. o aquecimento / AC | <input type="radio"/> | | |

3.4 Quando **SENTE FRIO**, neste espaço, o que costuma fazer ?

- | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1. Ligo o AQUECIMENTO | <input type="radio"/> | 4. Bebo uma BEBIDA quente | <input type="radio"/> |
| 2. Visto mais uma peça de ROUPA | <input type="radio"/> | 5. Não faço NADA | <input type="radio"/> |
| 3. Ponho uma MANTA | <input type="radio"/> | 6. Outra: _____ | <input type="radio"/> |

3.5 Nesta época do ano costuma ter o **AQUECIMENTO** ligado em CASA ?

NÃO ⇒ Não tenho	<input type="radio"/>	SIM ⇒ Raramente	<input type="radio"/>
⇒ Não necessito	<input type="radio"/>	⇒ Muitas vezes	<input type="radio"/>
⇒ Gasta muito	<input type="radio"/>	⇒ Sempre	<input type="radio"/>

5.1 Assinale se possui algum dos seguintes **SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO**, no seu LOCAL DE TRABALHO:

Aquecedor	<input type="radio"/>	Ventoinha	<input type="radio"/>
Aquecimento central	<input type="radio"/>	Outro: _____	<input type="radio"/>
Ar condicionado	<input type="radio"/>		

5.2 Nesta época do ano algum desses sistemas de climatização costuma estar ligado ?

NÃO

SIM | ⇒ Raramente
⇒ Muitas vezes
⇒ Sempre

QUAL: _____

6 Finalmente, apenas por uma questão de caracterização demográfica dos inquiridos, por favor, responda-nos as seguintes questões:

6.1 Sexo: Masculino Feminino

6.2 Idade: _____ (anos)

6.3 Qual a sua **PROFISSÃO** ou **ACTIVIDADE PRINCIPAL** (no caso de a condição perante o trabalho ser desempregado ou reformado, referir a última actividade exercida):

6.4 Qual o seu **NÍVEL DE ESCOLARIDADE**:

1º Ciclo (equiv. à 4ª classe)

2º Ciclo (equiv. ao 6º ano)

3º Ciclo (equiv. ao 9º ano)

Ensino secundário (12º ano)

Ensino superior (Bac. ou Lic.)

Pós-Graduação (Mest. ou Dout.)

**AGRADECEMOS O TEMPO DESPENDIDO NO PREENCHIMENTO DESTE INQUÉRITO.
MUITO OBRIGADO.**

