



HABITAÇÃO, CIDADE, TERRITÓRIO E DESENVOLVIMENTO

Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono
2º CIHEL - LNEC - LISBOA - PORTUGAL - 13 A 15 MARÇO 2013

CONFORTO TÉRMICO ADAPTATIVO NO SETOR RESIDENCIAL EM PORTUGAL

Adaptive thermal comfort in the residential sector in Portugal

Luís Matias ¹ e Carlos Pina dos Santos ²



Dr. Luís Matias

LNEC

Lisboa - Portugal



Eng. Carlos Pina
dos Santos

LNEC

Lisboa - Portugal

¹ Doutoramento em Engenharia Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1066 Lisboa. Imatias@lnec.pt

² Doutoramento em Engenharia Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1066 Lisboa. pina.santos@lnec.pt

Palavras-chave: Conforto térmico, setor residencial, adaptação térmica

Resumo

Em Portugal a regulamentação térmica existente indica valores constantes de temperaturas para a obtenção de condições ambientes de conforto de referência. O atual *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios* (RCCTE) [1] indica, como referência, uma temperatura do ar de 20°C, para a estação de aquecimento, e uma temperatura máxima do ar de 25°C, para a estação de arrefecimento.

Numa abordagem mais flexível, designada por adaptativa, consideram-se gamas de temperatura de conforto, e não valores fixos, pelo facto de se verificar que os utentes são mais tolerantes em termos de condições de conforto quando têm a possibilidade de exercer *adaptação*, atuando quer nos sistemas ou nos elementos da envolvente, quer na sua atividade ou vestuário,

Neste contexto foi desenvolvido no LNEC um modelo adaptativo de avaliação das condições de conforto térmico em edifícios em Portugal [2]. O modelo proposto teve como base a análise dos resultados obtidos num extenso conjunto de levantamentos das condições ambientes interiores, efetuados em edifícios de serviços e residenciais, e da perceção térmica expressa pelos respetivos utentes. No setor residencial os edifícios abrangidos foram subdivididos em dois tipos: os lares de idosos e centros de dia, e os residenciais convencionais.

Face ao potencial adaptativo existente neste setor considerou-se fundamental, para a validação do modelo desenvolvido, aprofundar o conhecimento e a caracterização dos requisitos de conforto térmico em ambiente residencial.

Nesse sentido foram avaliadas as condições ambientes de diversos edifícios residenciais (cerca de 100 frações habitacionais) localizados em diferentes regiões do País, em períodos de inverno e de verão [3, 4].

Os principais resultados das campanhas de medições efetuadas, os quais se apresentam e discutem na presente comunicação, demonstraram a maior adequabilidade da aplicação no setor residencial do modelo adaptativo proposto, quando comparado com outros critérios de avaliação das condições ambientes. Espera-se que os resultados dos estudos realizados possam contribuir para uma futura regulamentação térmica e energética orientada para uma abordagem perspetivada num contexto de edificação sustentável adequada à realidade nacional.

1. INTRODUÇÃO

Em Portugal, tal como em muitos outros países, a regulamentação relevante indica valores constantes de temperaturas para a obtenção de condições ambientes de conforto de referência. O atual *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios* (RCCTE) [1], refere, como referência, uma temperatura do ar de 20°C, para a estação de aquecimento, e uma temperatura máxima do ar de 25°C, para a estação de arrefecimento.

Estes valores de referência são utilizados no cálculo das *necessidades nominais de energia útil*, para aquecimento ($N_{i,c}$) e arrefecimento ($N_{i,r}$), respetivamente, os quais são utilizados para verificar a satisfação dos limites regulamentares (N_i e N_r) e para a atribuição de uma *classe energética* a diferentes frações autónomas. Salienta-se, no entanto, que aquelas condições de referência e as necessidades energéticas nominais que delas resultam, além de não corresponderem à realidade observada nas habitações em Portugal, não refletem as condições (requeridas ou toleradas) de conforto térmico dos utentes.

Numa abordagem mais flexível, designada por adaptativa, consideram-se *gamas* de temperatura de conforto, e não valores fixos, pelo facto de se verificar que os utentes quando têm a possibilidade de exercer *adaptação*, atuando quer nos sistemas ou nos elementos da envolvente, quer na sua atividade ou vestuário, são mais tolerantes em termos de condições de conforto.

Neste contexto foi desenvolvido no LNEC um modelo adaptativo de avaliação das condições de conforto térmico em ambientes interiores de edifícios em Portugal [2]. O modelo proposto teve como base a análise dos resultados obtidos num extenso conjunto de levantamentos das condições ambientes interiores, efetuados em edifícios de serviços e residenciais, caracterizados por diversos tipos de perfil ocupacional e de perceção térmica expressa pelos respetivos utentes.

No setor residencial os edifícios abrangidos foram subdivididos em dois tipos: os lares de idosos e centros de dia (classificados como *residenciais especiais*) e os residenciais convencionais (habitação). Todavia, na fase de desenvolvimento do modelo a amostra de edifícios residenciais convencionais objeto de estudo foi muito limitada.

Face ao potencial adaptativo existente neste setor considerou-se fundamental, para a validação do modelo desenvolvido, aprofundar o conhecimento e a caracterização dos requisitos de conforto térmico em ambiente residencial.

Nesse sentido foram avaliadas as condições ambientes de um conjunto significativo e diversificado de edifícios residenciais convencionais (cerca de 100 frações habitacionais) localizados em diferentes regiões do País, abrangendo várias zonas climáticas definidas na regulamentação nacional [3, 4]. Os levantamentos efetuados foram distribuídos por várias campanhas experimentais de medições realizadas em períodos de verão e de inverno, e foram orientados para a recolha de diversos parâmetros ambientes (temperatura, humidade relativa e velocidade do ar) relevantes para a avaliação das condições de conforto térmico. Estes levantamentos foram sempre acompanhados pelo preenchimento pelos ocupantes dos espaços presentes de um questionário específico sobre este tema desenvolvido pelo LNEC.

Entre 25 de julho e 26 de agosto de 2010 foram realizadas campanhas experimentais de medições nas regiões de Lisboa e de Leiria (Marinha Grande, Leiria e aldeias próximas), com o intuito de caracterizar as condições de conforto térmico no verão (período de arrefecimento) [3].

No inverno (período de aquecimento) de 2010/2011 foram realizadas diversas campanhas experimentais que abrangeram, de novo, edifícios residenciais localizados em Lisboa e em Leiria mas também em outras regiões, nomeadamente: Portalegre (Crato e Portalegre), Braga e Algarve (Portimão, Faro e Tavira) [4]. As referidas campanhas de medições decorreram numa primeira fase, entre 6 e 9 de dezembro de 2010, e numa segunda, entre 10 de janeiro e 23 de fevereiro de 2011.

Na presente comunicação apresentam-se os resultados e a análise do conjunto significativo de medições realizadas ao longo das várias campanhas experimentais efetuadas nos períodos indicados.

2. METODOLOGIA DO ESTUDO

2.1 Descrição dos espaços estudados

Enquanto a primeira campanha experimental, realizada no período de verão de 2010, abrangeu cerca de trinta frações habitacionais localizadas nas regiões de Lisboa e de Leiria [3], a campanha de medições efetuada no período de inverno foram objeto de estudo sessenta e cinco frações residenciais situadas nas regiões de Lisboa, Leiria, Portalegre, Braga e Algarve. Na generalidade, as habitações estudadas no âmbito da primeira campanha foram também objeto de estudo na campanha de inverno.

O conjunto de edifícios analisado é constituído por construções erigidas entre 1957 e 2009 (Figura 1).



a) Edifício de 1957



b) Edifício de 2009

Figura 1: Aspeto das fachadas de dois edifícios habitacionais estudados

Relativamente aos *sistemas* de climatização (aquecimento, arrefecimento e ventilação) existentes nas frações estudadas verificou-se a presença de vários tipos de equipamentos (Figura 2), os quais que traduzem bem a realidade nacional.

No Quadro 1 indicam alguns elementos referentes às frações habitacionais avaliadas ao longo do estudo, nomeadamente: o número de frações estudadas em cada região; as zonas climáticas [1] de inverno e de verão em que se localizam os edifícios considerados; e informação relativa ao tipo de sistemas (equipamentos) de climatização existentes nas habitações visitadas.



Figura 2: Tipos de equipamentos de climatização existentes nos espaços estudados

Quadro 1: Elementos referentes às frações estudadas

LOCAL	HABITAÇÕES ESTUDADAS	ZONA CLIMÁTICA	SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO
VERÃO			
LISBOA	15	V2 (S)	60% das habitações tem ventoinhas (2 habitações tinha AC)
LEIRIA	16	V1 (N)	38% das habitações tinham ventoinhas (1 habitação AC)
INVERNO			
LISBOA	9	I1	44% das habitações tinham um sistema / equipamento de aquecimento
LEIRIA	26	I2	Todas as habitações tinham sistema / equipamento de aquecimento (1 habitação, em cada região, tinha AC)
PORTALEGRE	19	I2	
ALGARVE	11	I1	
BRAGA	13	I2	85% das habitações tinham sistema / equipamento de aquecimento

AC – *ar condicionado* (arrefecimento e aquecimento)

As famílias residentes nos edifícios estudados eram sobretudo da classe média¹, na generalidade, empregadas. Nalguns casos os utentes inquiridos eram já aposentados.

2.2 Avaliação das condições de conforto térmico

Para avaliar as condições de conforto térmico no interior dos vários edifícios residenciais convencionais referidos foi realizado um conjunto de levantamentos (de curta duração) das respetivas condições ambientes nos quais foram medidos e registados diversos parâmetros ambientais que influenciam a satisfação de conforto térmico dos ocupantes dos espaços interiores.

Os 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 minuto a minuto, durante um período de uma hora (Figura 3).



Figura 3: Sistema de medição e de registo de parâmetros ambientes

Com base nas medições daqueles parâmetros ambientais, e na estimativa de parâmetros individuais, designadamente, a resistência térmica conferida pelo vestuário de um indivíduo e a sua atividade metabólica², foram determinados dois **índices térmicos**: o *Voto Médio Previsível*, **PMV** e a *Percentagem Previsível de Insatisfeitos*, **PPD**, os quais pretendem estimar as perceções térmicas sentidas por um indivíduo num dado espaço interior [5].

Com o intuito de conhecer diretamente as perceções térmicas dos residentes no interior das suas habitações, aos utentes dos espaços estudados foi solicitado, após o período de medição, o preenchimento de um pequeno questionário [2], através do qual foram inquiridos acerca do ambiente no interior das habitações.

A análise das perceções dos inquiridos nos espaços estudados permitiu, por um lado, avaliar se as condições existentes eram consideradas satisfatórias (do ponto de vista do conforto térmico) pelos ocupantes dos espaços e, por outro lado, comparar a apreciação global **subjéctiva** dos inquiridos com os **índices térmicos** calculados.

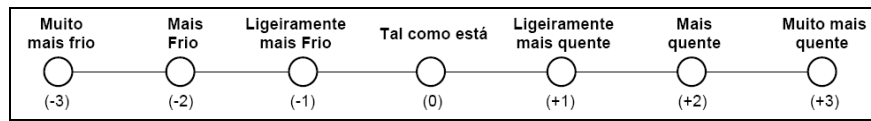
Para esse efeito foram usadas as respostas obtidas no questionário referentes à **sensação térmica**, st_i , (Figura 4) e à **preferência térmica**, pt_i , (Figura 5) dos inquiridos.



Figura 4: Escala de **sensação térmica** (st_i)

¹ Algumas habitações avaliadas em Leiria eram de habitação social, sendo nesse caso a maioria das famílias de baixo rendimento.

² Os dois parâmetros individuais foram estimados com base em observações visuais efetuadas *in loco*.

Figura 5: 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 nos resultados das medições dos parâmetros ambientais e na estimativa dos parâmetros individuais.

2.3 Critérios de avaliação

Apresentam-se a seguir algumas das recomendações de condições satisfatórias de conforto térmico aplicáveis a espaços interiores, especificadas em documentos regulamentares ou normativos, as quais serviram de base à apreciação das condições registadas no presente estudo [3, 4].

a) Temperatura do ar

No domínio regulamentar o atual *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios* (RCCTE) [1] considera que as *condições ambientes de conforto de referência* são temperaturas do ar de **20 °C** e **25 °C**, respetivamente para a estação de aquecimento e de arrefecimento.

b) Índices *PMV* e *PPD*

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 em normas internacionais [6, 7] para a caracterização de ambientes interiores de edifícios climatizados.

Com base nos índices térmicos *PMV* e *PPD*, a normalização existente recomenda um valor máximo de *PPD* de **15%** para ambientes térmicos moderados em edifícios existentes. Este valor corresponde a um intervalo aceitável de valores *PMV* entre **-0,7** e **+0,7**.

c) Temperatura operativa

A temperatura operativa do ar, T_{op} , é um parâmetro utilizado com frequência para especificar valores satisfatórios para as condições ambientes, e que integra a influência da temperatura do ar e da temperatura radiante de superfícies envolventes.

Numa abordagem adaptativa, isto é adotando modelos que consideram que, além dos fatores físicos, os fatores psicológicos e fisiológicos também têm um forte 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.

O modelo adaptativo desenvolvido no LNEC [2], no âmbito de um projeto de investigação, especifica uma gama de temperatura operativa de conforto em função da temperatura exterior, T_{mp} (temperatura exponencialmente ponderada dos últimos 7 dias).

Com base num programa de medições [2] abrangendo vários períodos do ano, diferentes regiões climáticas, tipos de edifícios e de utentes, este modelo adaptativo propõe as gamas de conforto térmico apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2: Gamas de conforto térmico de um modelo adaptativo desenvolvido no LNEC [2]

PERÍODO	TEMPERATURA EXTERIOR, T_{mp} (°C)	TEMPERATURA DE CONFORTO, T_c (°C)
inverno	[6 – 14]	[15 – 25]
verão	[20 – 29]	[21 – 31]

3. RESULTADOS OBTIDOS

3.1 Medições efetuadas

Durante os períodos de medições que decorreram no verão de 2010 e no inverno de 2010 / 2011, foram efetuados cento e doze levantamentos das condições ambientes em várias habitações em edifícios localizados em diferentes regiões de Portugal continental (Quadro 1).

Na Figura 6 apresentam-se as gamas de temperatura do ar registadas no interior das frações habitacionais estudadas durante os levantamentos efetuados naqueles períodos.

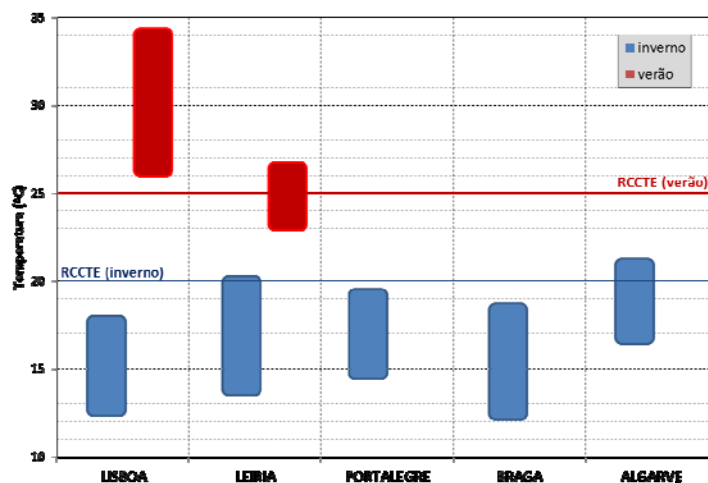


Figura 6: Gamas de temperaturas interiores observadas nas habitações estudadas (verão 2010, inverno 2010/2011)

Em complemento aos valores representados na Figura 6, e da sua análise, podem-se retirar as seguintes ilações:

- No verão os valores registados nas habitações localizadas em Lisboa foram, significativamente, mais elevados do que os valores observados em Leiria, chegando a atingir os 34 °C; este facto resulta (em parte³) das diferentes temperaturas exteriores observadas aquando da realização dos levantamentos; em Lisboa as temperaturas exteriores registadas chegaram a ser cerca de 10 °C superiores às observadas em Leiria;
- as gamas de temperatura interiores observadas no inverno variaram entre cerca de 12 °C e 21 °C; na generalidade, as gamas de valores foram semelhantes nas diferentes regiões, com exceção do Algarve em que se registaram temperaturas ligeiramente mais elevadas.

Relativamente à utilização de sistemas de correção das condições ambientes no verão (ventoinhas ou AC), verificou-se que, apesar das elevadas temperaturas registadas, sobretudo nas habitações estudadas em Lisboa, apenas cerca de 20% das ventoinhas existentes estavam a ser usadas (nenhum AC esteve ligado). No entanto, o recurso a abertura de janelas foi bastante significativo (em 47% dos levantamentos efetuados), independentemente desta ação permitir, ou não⁴, o arrefecimento das condições interiores.

No período de inverno, apesar de na generalidade das habitações visitadas (Quadro 1) existirem sistemas ou equipamentos de aquecimento, apenas em Leiria e em Portalegre se observou a sua utilização durante a realização dos levantamentos, tendo-se verificada uma taxa máxima de utilização de 20% nas habitações de Portalegre. Face às temperaturas interiores registadas (Figura 6), há que admitir que em alguns casos essa baixa taxa de utilização seja condicionada por fatores económicos.

³ Não se está a considerar a influência da tipologia e soluções construtivas, da orientação e de outros parâmetros eventualmente influentes.

⁴ Não permite se as temperaturas exteriores forem mais elevadas do que as interiores.

Considerando as temperaturas de referência de conforto indicadas na atual regulamentação [1] – 20 °C no período de aquecimento e 25 °C no período de arrefecimento – da observação da Figura 6 verifica-se que, apenas em Leiria (no verão) e no Algarve (no inverno) as temperaturas ambientes registadas nalgumas habitações⁵ satisfizeram aos referidos limites.

Com base nos *índices térmicos*, *PMV* e *PPD* (vd. 2.2), calculados para os vários períodos de medição, e considerando os limites de conforto recomendados (vd. 2.2) na normalização internacional [6, 7] ($PPD < 15\%$; $-0,7 < PMV < 0,7$), apresenta-se na Figura 7 a distribuição das percentagens de levantamentos em que se estimam existirem, nos espaços interiores estudados em cada região analisada, condições que verificam aqueles limites.

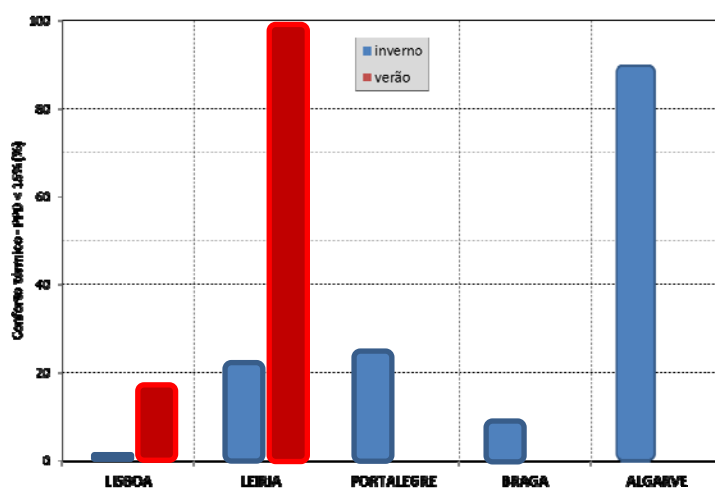


Figura 7: Distribuição dos levantamentos com condições previsíveis de conforto térmico ($PPD < 15\%$ [6, 7])

A análise dos resultados dos *índices térmicos* calculados e das temperaturas operativas registadas ao longo de todas as campanhas de medições realizadas permitiu concluir que as situações de conforto térmico identificadas de acordo com os índices térmicos ($PPD < 15\%$) corresponderam a temperaturas operativas superiores a 19 °C, no período de aquecimento (inverno) e inferiores a 27 °C, no período de arrefecimento (verão).

Adotando o conceito de conforto adaptativo representam-se na Figura 8 os limites de temperaturas de conforto definidos pelo modelo desenvolvido pelo LNEC [2], assim como, as temperaturas operativas interiores obtidas no decorrer de todos os levantamentos efetuados durante as campanhas experimentais de verão e de inverno.

Considerando a gama de temperaturas para a qual o modelo estima que existam situações de conforto térmico (Quadro 2), verifica-se da observação da que a temperatura mínima de conforto, no inverno, estimada nos levantamentos efetuados (tendo em consideração as temperaturas exteriores registadas) seria de, cerca de 15° C, e a temperatura máxima de conforto no verão seria de, aproximadamente, 27 °C.

À semelhança do realizado na avaliação das condições de conforto térmico, com base nos critérios dos índices térmicos (Figura 7), na Figura 9 apresenta-se a distribuição das percentagens de levantamentos em que se verificaram situações de conforto térmico nos espaços interiores estudados em cada região analisada nos períodos de verão e de inverno, aquando da aplicação do modelo adaptativo LNEC [2].

⁵ E nesses casos, em cada região, no máximo apenas em 30% das habitações avaliadas.

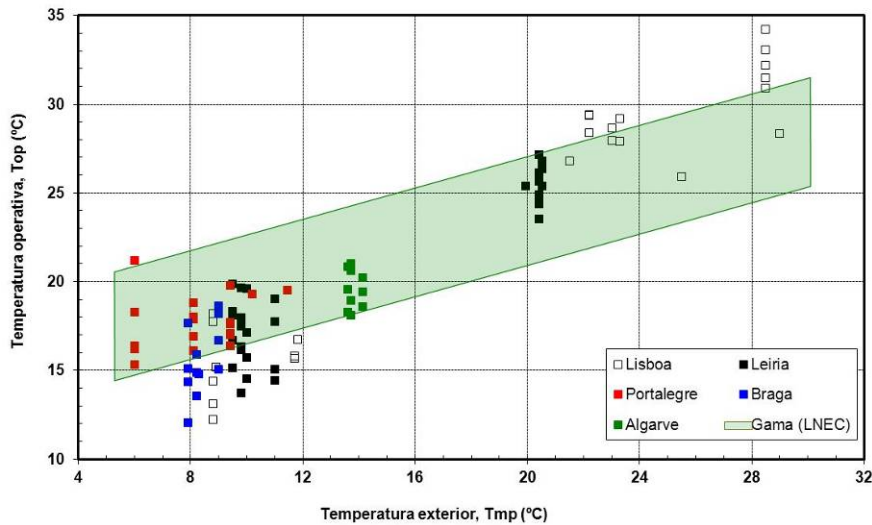


Figura 8: Temperaturas operativas registadas no estudo e limites recomendados aplicando o modelo LNEC

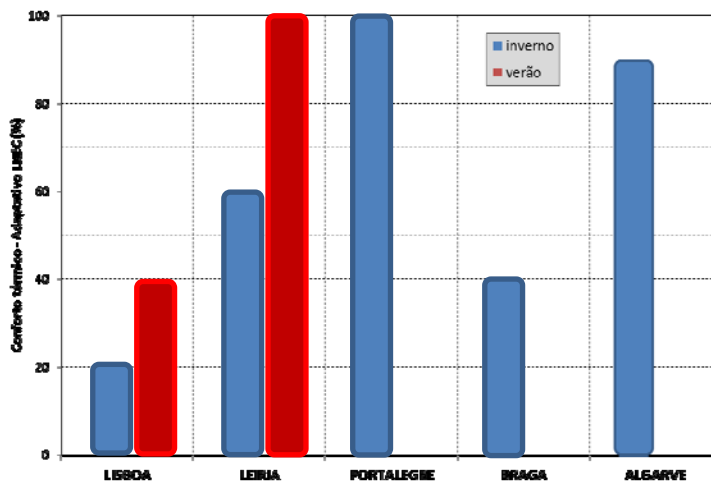


Figura 9: Distribuição dos levantamentos com condições previsíveis de conforto térmico (modelo adaptativo LNEC)

Tendo em conta que se verificou, neste estudo, que os valores da temperatura operativa, T_{op} , em termos médios, foram muito semelhantes aos da temperatura do ar (T_a), à semelhança do que é observado em geral⁶, pode-se concluir que os limites de conforto térmico resultantes da aplicação de um modelo adaptativo, como seria de esperar (*vd.* 1), são mais tolerantes do que os limites, quer indicados na regulamentação nacional (20 °C e 25 °C) [1], quer resultantes da avaliação das condições de conforto com base nos *índices térmicos PMV e PPD*.

3.2 Questionários recolhidos

No ponto anterior apresentaram-se os resultados referentes aos parâmetros ambientais (objetivos) medidos e registados que são determinantes na descrição da **perceção térmica** dos utentes, e na consequente definição das suas condições de conforto térmico.

De modo a avaliar a **satisfação térmica** dos ocupantes dos espaços, mas também comparar a apreciação global subjetiva dos inquiridos com os índices calculados com base nas medições dos parâmetros ambientais, durante as medições os utentes dos espaços foram convidados a preencher um questionário onde manifestaram as suas perceções.

⁶ Sempre que os equipamentos de medição são colocados em local de medida adequado (afastado de fontes de radiação).

A análise dessas **percepções térmicas**, nomeadamente, a *sensação* e a *preferência* térmicas expressas nas escalas atrás referidas (Figura 4 e Figura 5) permitiu retirar as seguintes ilações:

- No verão, nos levantamentos efetuados em Leiria, verificou-se que a percentagem manifestada de *satisfeitos* ($sti = 0$ ou ± 1 ; Figura 4) foi muito elevada (81%); no entanto, mais de metade dos inquiridos expressou a *preferência* por uma temperatura mais baixa ($pti = -1$; Figura 5); em Lisboa, durante o período de medições, caracterizado por temperaturas interiores elevadas (Figura 6), a *satisfação* manifestada pelos utentes foi, naturalmente, mais baixa (40%), sendo bastante mais elevada a percentagem de inquiridos que *prefeririam* que a temperatura ambiente fosse mais baixa;
- nas campanhas de medições efetuadas no inverno verificou-se uma *sensação* generalizada de neutralidade, visto que em todas as regiões mais de 60% dos inquiridos consideraram não ter "*nem frio nem calor*" ($sti = 0$; Figura 4). Todavia a a *preferência* por um ambiente "*ligeiramente mais quente*" ($pti = +1$) é elevada, principalmente em Lisboa e em Braga (temperaturas interiores mais baixas; Figura 6);

De modo a relacionar as **percepções térmicas** expressas pelos utentes dos espaços com a temperatura operativa, T_{op} , registada durante os levantamentos efetuados representa-se na Figura 10 a distribuição da **sensação térmica** (expressa na escala da Figura 4) em função da T_{op} .

Como se pode observar da Figura 10, no período das medições efetuadas no inverno, para cada valor da temperatura operativa, entre 14°C e 19 °C, a maior percentagem de votos expressos pelos inquiridos (pelo menos 60%) é de neutralidade ($sti = 0$). Salienta-se ainda que, no referido intervalo de temperaturas, estão incluídos 90% dos votos de *neutralidade*. Estas duas observações permitem deduzir que, para a amostra em estudo, nas condições exteriores observadas durante os períodos de medição, os inquiridos declaram sentir-se confortáveis para temperaturas interiores que variaram entre 14 °C e 19 °C.

Relativamente às medições efetuadas no verão, seguindo o mesmo raciocínio – e tendo em mente que as temperaturas interiores registadas foram superiores a 23°C (Figura 6) – conclui-se que as temperaturas de conforto para as medições efetuadas variaram entre 24 °C e 26 °C.

Nesse sentido pode considerar-se que, para os utentes das habitações avaliadas neste estudo, nas condições ambientes existentes naqueles períodos específicos de verão e inverno, as temperaturas de conforto variaram entre 14° C e 26 °C.

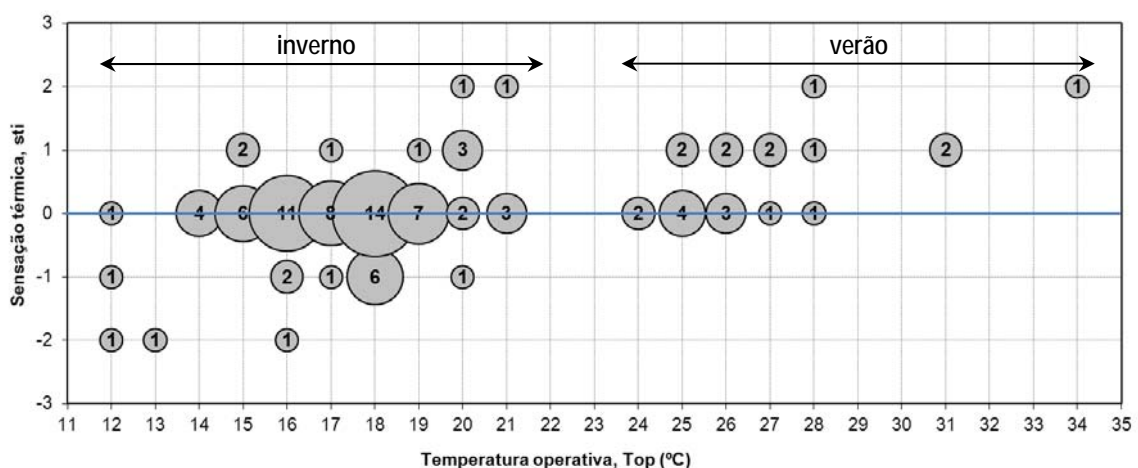


Figura 10: Distribuição das **sensações térmicas** em função das temperaturas interiores

4. CONCLUSÕES

Na presente comunicação apresentaram-se os resultados de um programa de levantamentos pontuais efetuados em diversos espaços interiores de edifícios de habitação localizados em várias regiões de Portugal continental durante os períodos de verão de 2010 e de inverno 2010 / 2011.

Com este conjunto de levantamentos efetuado pretendeu-se: aumentar o conhecimento existente sobre as condições ambientes no interior de edifícios habitacionais localizados em diferentes regiões climáticas nos períodos de aquecimento e de arrefecimento; avaliar os ambientes interiores observados de acordo com critérios de conforto térmico indicados na regulamentação nacional [1], em normas internacionais [6, 7] e ainda num modelo desenvolvido no LNEC [2]; analisar a perceção dos utentes dos espaços residenciais; e, finalmente, avaliar qual dos critérios utilizados mais se adequa à perceção e à satisfação dos utentes, no contexto das condições climáticas, culturais, económicas e sociais particulares do nosso país.

As principais conclusões que se podem retirar dos resultados obtidos no conjunto de levantamentos efetuados nas diversas campanhas de medições são as seguintes:

- As temperaturas médias interiores determinadas variaram entre cerca de 12 °C e 21 °C, no inverno, e entre 23 °C e 34 °C, no verão (Figura 6), atingindo valores mínimos baixos no inverno e valores máximos elevados no verão. Salienta-se que para as gamas de temperaturas referidas pouco contribui a influência dos sistemas de climatização (quando existentes) visto que a sua utilização foi reduzida, quer no período de inverno, quer no período de verão. Há que admitir que este facto retrata, provavelmente, a evidente retração económica sentida no nosso país, contrariando a tendência assinalada nos últimos anos para o aumento dos consumos de climatização no setor residencial.
- Com base nas perceções expressas pelos utilizadores dos espaços estudados verificou-se que estes manifestaram estarem *satisfeitos*, nos períodos de medições considerados, para temperaturas que oscilaram entre 14 °C e 26 °C.
- Em particular, no que diz respeito ao período inverno, merece uma reflexão o facto de terem sido assumidas (pelos utentes) temperaturas de conforto tão baixas (digamos, inferiores a 16°C), e o reduzido recurso ao aquecimento. Podem desde já adiantar-se as seguintes reflexões:
 - Os utentes das habitações adaptaram-se (culturalmente) às condições ambientes existentes, reforçando o o vestuário ou a proteção pessoal complementar;
 - os utentes inibiram-se de manifestar o seu desconforto térmico, quer por estarem nas suas próprias habitações, quer para não revelarem a existência de opções de ordem económica (não aquecimento);
 - ou simplesmente, por razões económicas, os utentes são forçados a adaptarem-se, *convencendo-se* que realmente estão *minimamente confortáveis* naqueles condições.
- Considerando os vários critérios utilizados de avaliação das condições ambientes, conclui-se que a aplicação do modelo adaptativo LNEC, para a amostra das frações habitacionais objeto de estudo, traduziu com melhor aproximação as atuais perceções e expectativas dos utentes dos espaços residenciais estudados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] PORTUGAL – *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.
- [2] MATIAS, Luís – *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.
- [3] MATIAS, Luís – *Avaliação das condições de conforto térmico em edifícios de habitação (Lisboa e Leiria). verão de 2010*. Relatório nº 110/2011 – ES/LNEC. Lisboa: LNEC, abril de 2011.

- [4] MATIAS, Luís; PINA DOS SANTOS, Carlos – *Avaliação das condições de conforto térmico em edifícios de habitação. inverno de 2010/2011*. Relatório nº 196/2011 – ES/LNEC. Lisboa: LNEC, maio de 2011.
- [5] COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION (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] 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.
- [7] AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE) – *Thermal environmental conditions for human occupancy*. ANSI/ASHRAE Standard 55-2010.