

14_17

CONFORTO TÉRMICO CONFORTO TÉRMICO SUSTENTÁVEL NO SECTOR RESIDENCIAL

C. Pina Santos
Eng.º Civil, Investigador do LNEC
pina.santos@lnec.pt
Luís Matias
Físico, Assistente de Investigação do LNEC
lmacias@lnec.pt

CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTES INTERIORES

A percepção de conforto térmico é definida em diversos documentos normativos [1, 2 e 3] como sendo “o estado de espírito que expressa satisfação relativamente ao ambiente térmico”.

Estas normas foram, inicialmente, baseadas em estudos laboratoriais em que as condições ambientes foram artificialmente controladas. Estes documentos pretendem, sobretudo, definir as condições ambientes de edifícios de serviços com vista a assegurar, quer o conforto, quer a melhoria de produtividade dos respectivos utentes.

A satisfação dos requisitos dessas normas exige estratégias de controlo ambiente estáveis, com limites de temperatura rígidos, em geral só obtidos com sistemas de climatização. Numa perspectiva da saúde da população, a Organização Mundial da Saúde, recomenda uma temperatura mínima em ambientes interiores de 18°C, a qual deve ser aumentada para 20-21°C em espaços com permanência de idosos e crianças.

Os parâmetros ambientes que influenciam a percepção de conforto térmico não se limitam à temperatura do ar. A temperatura das superfícies envolventes do espaço interior (paredes, envidraçados, tecto e pavimento), a velocidade do ar (ventilação natural ou forçada) e a humidade do ar, têm uma influência mais ou menos

significativa no conforto térmico.

No entanto, sendo o *conforto térmico* um estado de espírito que resulta da percepção humana onde intervém uma forte componente subjectiva, além de factores físicos (objectivos), esse estado é também influenciado por factores psicossociais (subjectivos) relacionados com os hábitos sociais e culturais de um indivíduo, bem como pelas suas expectativas e atitudes face ao ambiente interior.

Este facto conduziu a uma outra abordagem que procura estimar e avaliar as condições de conforto térmico em edifícios. Esta abordagem, denominada adaptativa, tem em conta a capacidade e a necessidade humanas de adaptação ao meio ambiente, traduzidas quer pela interacção com o edifício e seus sistemas quer pela adopção de hábitos sociais e culturais particulares. Os modelos resultantes são desenvolvidos com base em estudos efectuados em condições reais de utilização dos edifícios, nos quais são medidos e registados vários parâmetros ambientes e, simultaneamente, avaliadas as sensações, preferências e atitudes dos seus ocupantes.

Neste tipo de abordagem definem-se gamas mais alargadas de temperaturas de conforto, nomeadamente em função das condições exteriores e dos modos de climatização (natural/mista) e de controlo do ambiente interior. Esta aproximação visa permitir e fomentar acções de adaptação que podem resultar numa redução de energia de climatização, sem com-

prometer o conforto térmico dos ocupantes dos espaços.

As versões mais recentes de normas ASHRAE 55 [2] e a EN 15251 [3] já propõem modelos adaptativos para especificar as condições de conforto térmico em edifícios sem climatização mecânica. Apesar do campo de aplicação destas normas estar orientado para os edifícios de serviços (os estudos em que se baseiam foram realizados, quase exclusivamente, em edifícios daquele tipo), nelas se considera a validade da aplicação aos edifícios residenciais dos modelos propostos.

No entanto, um estudo de campo desenvolvido pelo LNEC [5], no qual foram avaliadas as condições (objectivas e subjectivas) de conforto térmico em edifícios de serviços e residenciais, revelou outros aspectos interessantes. Nesse estudo concluiu-se que, em grande medida pelo facto de existir uma maior possibilidade de adaptação nos edifícios residenciais, os utentes são mais tolerantes face às condições ambientes, sentindo-se confortáveis dentro de gamas de temperatura mais amplas do que as requeridas para os edifícios de serviços.

A análise das percepções térmicas (sensação e preferência) dos ocupantes dos edifícios estudados evidenciou a forte influência das condições exteriores sobre as percepções térmicas expressas pelos inquiridos. Embora a grande maioria dos inquiridos que declararam sentirem-se *neutros* (sem frio nem

calor] manifestassem a vontade de manter as condições existentes, uma percentagem ainda assinalável (cerca de 20%) gostaria de estar ligeiramente mais quente, quando questionados no Inverno, e ligeiramente mais frio no Verão (Fig.1).

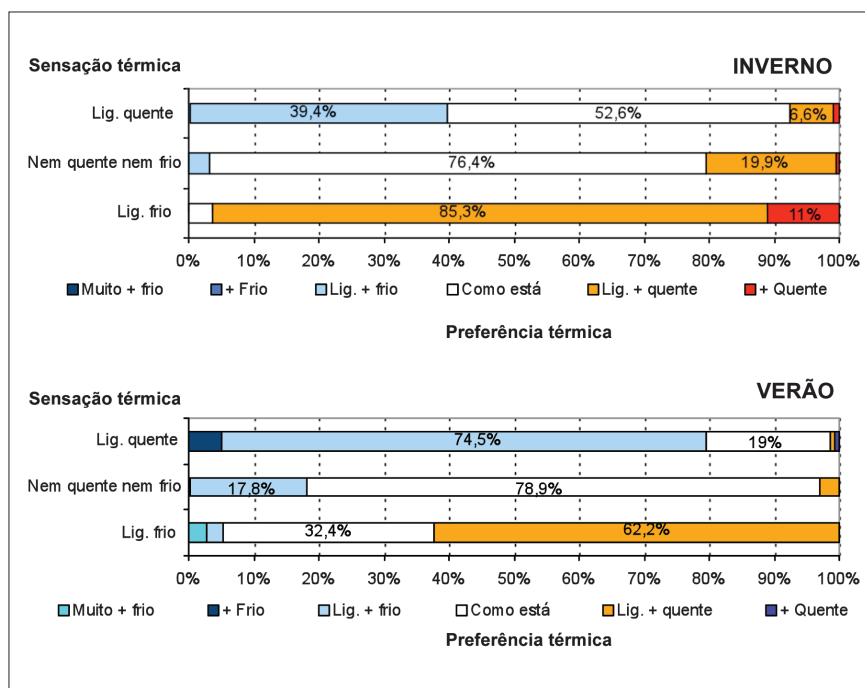
Os resultados do estudo referido revelam que o estado de conforto térmico não é apenas considerado quando um indivíduo se sente *neutro*¹, mas também quando, simultaneamente, mostra uma clara preferência em manter essa neutralidade.

A NECESSIDADE DE UM AMBIENTE CONFORTÁVEL

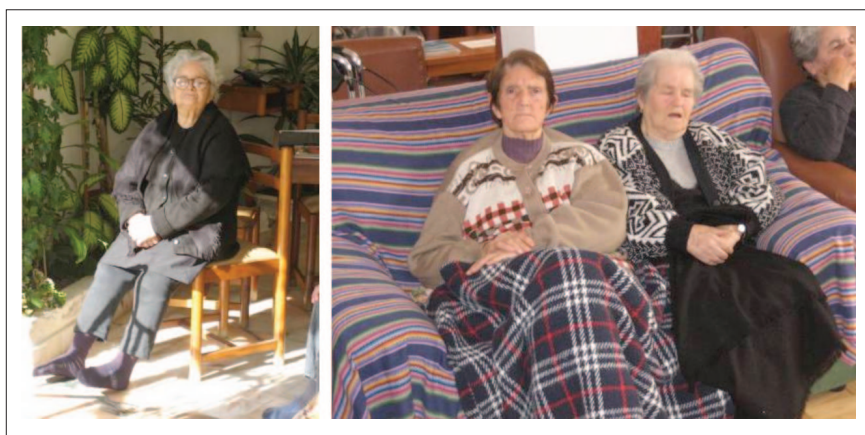
O conforto é certamente um estado ambientado pela generalidade dos utentes dos edifícios, embora diversos factores possam condicionar a sua obtenção. As expectativas e os padrões predominantes de conforto no sector residencial têm evoluído ao longo do tempo. Subjacentes a essa evolução estão factores de natureza social, económica, energética, ambiental e mesmo ética.

Em Portugal os constrangimentos económicos têm sido predominantes, contribuindo para que uma fracção significativa da população só com dificuldade assegure condições mínimas de conforto térmico nas habitações. Todavia, convém registar que em países como o Reino Unido ou a França é reconhecida a existência de sectores da população (abrangendo vários milhões de lares) com sérias dificuldades em pagar a sua factura energética (situação denominada de *fuel poverty* ou *précarité énergétique*). Esta situação tem sérias implicações no (des)conforto térmico vivido e, em alguns casos, na saúde dos utentes, o que leva a que os respectivos governos promovam medidas para combater essa precariedade energética.

Porém, não são apenas os factores económicos que estão na origem da ausência de conforto em muitas habitações em Portugal. Tradicionalmente, as construções eram concebidas tendo em mente as condições



> 1



> 2

climáticas locais e os utentes adoptavam hábitos e práticas de adaptação de índole cultural e social (Fig. 2). Por razões diversas, muitas construções mais recentes (sobretudo desde a segunda metade do séc. XX) são concebidas ignorando o clima e o potencial do controlo passivo e da adaptação. Grandes áreas envidraçadas com orientação desfavorável; protecções solares inexistentes ou com características e operacionalidade defi-

cientes; habitações com simples exposição, não permitindo a ventilação adequada; soluções construtivas, sobretudo de coberturas, sem isolamento térmico satisfatório, são apenas alguns exemplos ilustrativos dessa realidade.

Desta realidade resultou o aumento considerável das necessidades de aquecimento ou de arrefecimento no sector residencial, fomentando a procura, só limitada por razões

¹ Pressuposto considerado na desenvolvimento dos modelos constantes na normalização em vigor [1, 2, 3].

> Figura 1: Sensação e preferência térmicas dos utentes inquiridos (estudo LNEC).

> Figura 2: Comportamentos adaptativos.

económicas, de meios artificiais para obtenção de conforto. À semelhança da Europa, até 2007 registou-se em Portugal um crescimento anual significativo de vendas de sistemas de ar condicionado (AC), embora a quebra de vendas (cerca de 20%) registada entre 2007 e 2008 tenha afectado, sobretudo o sector residencial. Há que assinalar também o facto de as “boas práticas” de utilização das habitações terem sido “esquecidas” ou, com frequência, serem condicionados por factores exteriores (poluição, ruído, segurança). A título de exemplo, a não utilização da ventilação natural para assegurar a qualidade do ar interior ou, durante os períodos quentes, para proporcionar o arrefecimento nocturno (e a ventilação mecânica, se existente, com frequência não assegura as condições necessárias, quer por razões económicas, quer por má concepção e execução).

Em oposição às situações de desconforto e de precariedade energética que continuam a gerar-se ou a agravar-se, podem identificar-se, nalguns sectores da população, acréscimos sensíveis e evitáveis de consumos de climatização.

Além da já referida insatisfatória qualidade térmica das construções, podem apontar-se outros factores: novas expectativas e padrões de conforto associados a novas vivências (nos locais de trabalho e de lazer, nos transportes individuais ou colectivos) e estilos de vida (atitudes, disponibilidade económica, afirmação social).

Naturalmente que os fabricantes de equipamentos de climatização têm procurado criar representações sobre o conforto térmico onde o equipamento é assumido como um mecanismo essencial para a sua obtenção. Numa breve análise, realizada no âmbito do estudo desenvolvido pelo LNEC [5], identificaram-se os principais “incentivos” à aceitação e à “necessidade” de aquisição dos sistemas de ar condicionado: inovação e design adaptado à estética do lar; invocada preservação da saúde dos utilizadores; facilidade em adquirir equipamentos a preços e com modalidades de pagamento acessíveis; custos (nominais) de utilização reduzidos; baixo impacte ambien-

tal (equipamentos com eficiência energética nominal elevada), indo ao encontro de valores ecológicos que começam a evidenciar-se nas opções de consumo e de estilo de vida.

De notar que o sistema de certificação energética em vigor [6] mesmo no sector residencial acaba por valorizar a eficiência energética (e a fonte energética utilizada) dos sistemas mecânicos de aquecimento, arrefecimento, climatização e ventilação, talvez mesmo mais do que os aspectos passivos da construção. Apesar de as estatísticas revelarem que o consumo energético *per capita* do nosso País continuar a ser dos mais baixos da União Europeia, face a todo este cenário, tem-se verificado nos últimos anos, quer um crescimento significativo dos consumos para obtenção de condições de conforto térmico, quer uma mudança progressiva dos hábitos e das expectativas face ao conforto e ao modo de o alcançar.

REGULAMENTAÇÃO E CONFORTO

A regulamentação térmica e energética dos edifícios desempenha cada vez mais um importante papel na definição das soluções adoptadas na envolvente dos edifícios, nos sistemas de climatização “preferenciais” e nas “condições interiores de referência” de conforto térmico e de qualidade do ar. E, em consequência da respectiva implementação, nas condições ambientes interiores realmente criadas.

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 actual *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios* (RCCTE), refere uma temperatura do ar de 20°C (o anterior RCCTE indicava o valor de 18°C), para a estação de aquecimento, e uma temperatura máxima do ar de 25°C, para a estação de arrefecimento.

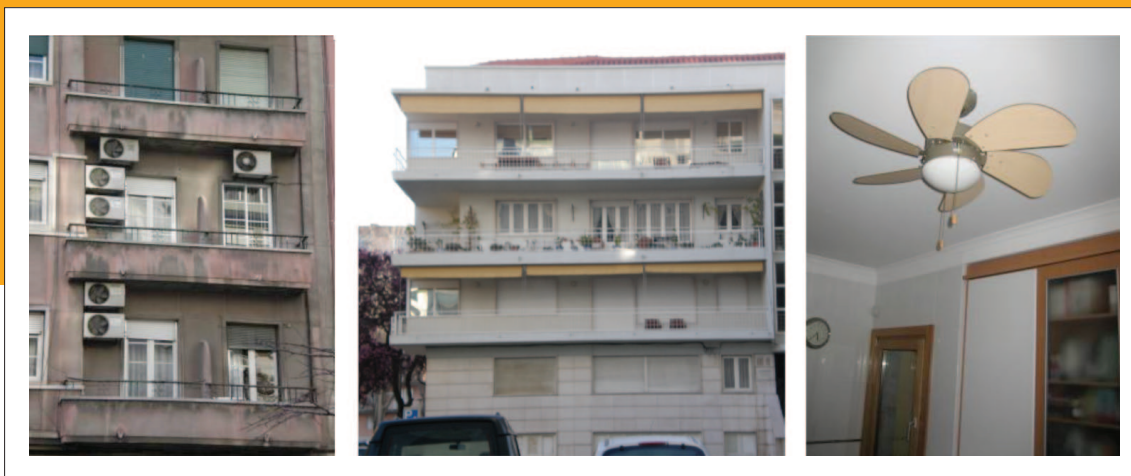
Estes valores de referência são utilizados para o cálculo das necessidades nominais de energia útil, para aquecimento e arrefecimento,

respectivamente. O cálculo preconizado no RCCTE considera a manutenção das referidas temperaturas em todo o espaço habitável, ao longo das 24 horas do dia e durante a totalidade dos períodos de aquecimento (duração variável consoante a localização geográfica) ou de arrefecimento (convencionalmente, Junho a Setembro).

Estes valores permitem calcular consumos energéticos nominais das habitações, os quais são utilizados para verificar a satisfação dos limites regulamentares e para a atribuição de uma *classe energética* a diferentes *fracções autónomas*. Anote-se que aquelas condições de referência e consumos nominais não correspondem às condições reais observadas nas habitações em Portugal. De referir, ainda, que numa perspectiva energética, ambiental, económica e mesmo de conforto, os valores das temperaturas de referência e a duração dos períodos diários e sazonais de aquecimento e de arrefecimento se devem afastar significativamente dos acima indicados.

Com objectivos idênticos, outros documentos regulamentares em vigor em vários países também indicam valores de referência constantes para a temperatura interior, sob a forma de um único valor, ou, em climas temperados e mais quentes, valores diferenciados para as estações de aquecimento e de arrefecimento. Todavia, alguma dessa legislação mais recente adopta uma atitude mais racional e didáctica, recomendando valores que têm em consideração quer o conforto dos utentes quer a sustentabilidade energética e ambiental para o atingir.

Em França, a regulamentação refere um limite máximo para a temperatura de conforto de Verão em ambientes interiores (26°C), e recomenda que em espaços com sistemas mecânicos de arrefecimento, estes só devem ser activados para temperaturas interiores superiores ao valor acima referido. No Inverno o regulamento especifica uma temperatura média interior de 19°C, reduzida para 16°C no caso dos espaços não serem utilizados por períodos de 24 a 48 h. Para períodos de não utilização superiores a 48 h a temperatura interior pode



> 3

descer até 8°C. O *certificado energético* francês (*diagnostic de performance énergétique*) inclui uma série de recomendações aos utentes sobre o uso dos sistemas activos e dos dispositivos passivos que conduzem à minimização do consumo energético mantendo-se níveis de conforto aceitáveis.

Na Holanda para minimizar a ocorrência de situações de desconforto térmico, a concepção dos edifícios de serviços deve conduzir a que a temperatura de 28°C (Verão), não seja ultrapassada em mais de 20 h/ano e a temperatura de 25°C em mais de 100 h/ano [7].

As preocupações com o (des)conforto de Verão (e meia-estação) também se colocam actualmente em países “frios”, em consequência da anterior necessidade de diminuir os consumos de aquecimento que conduziu ao agravamento significativo do nível de isolamento térmico da envolvente, à redução das taxas mínimas de renovação de ar e à maximização do aproveitamento dos ganhos solares.

CONFORTO SUSTENTÁVEL

A dependência e a segurança do abastecimento energético, os impactes ambientais do crescente consumo de energia e as limitações económicas existentes colocam desafios à definição do que devem ser os padrões sustentáveis de conforto térmico nas habitações

e à forma de os assegurar para a generalidade da população.

O acréscimo da utilização de fontes de energia renovável e a colocação no mercado de equipamentos mais eficientes e sistemas de controlo mais ou menos “inteligentes” permitem (apenas) atenuar alguns dos problemas enumerados.

De qualquer modo a via da sustentabilidade aponta no sentido de se actuar a nível das expectativas, atitudes e comportamentos dos utentes. Os padrões de conforto de referência devem ser repensados, e assumidas opções que contrariem uma via que conduz, inevitavelmente, a um crescimento insustentável.

Estas opções devem ser apoiadas pela regulamentação e pelos programas de apoio e de incentivo relevantes. As soluções e as medidas passivas que permitem adequar os edifícios ao clima, ao ambiente exterior e aos métodos construtivos locais devem ser valorizadas e devidamente quantificadas na regulamentação térmica, paralelamente à diversificação do uso de fontes de energia renovável.

Para finalizar, a necessidade de reabilitação do parque residencial, nomeadamente o edificado no séc. XX que representa a maioria desse parque, constitui uma oportunidade para se incentivar e apoiar a adopção de soluções construtivas e de formas de utilização adequada que dispensarão em grande medida o recurso a meios de climatização desnecessários (Fig. 3).

REFERÊNCIAS

- [1] CEN – EN ISO 7730:2005.
- [2] ASHRAE – ANSI/ASHRAE Standard 55-2004.
- [3] CEN – EN 15251:2007.
- [5] MATIAS L. – *Desenvolvimento de um modelo adaptativo para definição das condições de conforto térmico em edifícios em Portugal*. Dissertação de doutoramento a apresentar no IST, 2009.
- [6] /P/ - Leis, decretos, etc. – *Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios* (DL n.º 78/2006, de 4 de Abril).
- [7] DER LINDEN, A.; et al. – *Thermal indoor climate building performance characterized by human comfort response*. Energy and buildings 34 (2002).

este espaço pode ser da sua empresa