

Maio 2005
AC05103LIS/ENG

Condensações em Edifícios

Luís Viegas Mendonça



Condensações em Edifícios

Luís Viegas Mendonça*

Sumário

O problema das humidades das habitações é uma patologia cada vez mais frequente nos nossos dias. A condensação de vapor de água no interior é, talvez, a patologia típica dos edifícios que se constroem actualmente.

Este artigo tenta explicar o que é, e a que se deve, a condensação de vapor de água no interior dos edifícios, fundamentalmente em paredes.

Refere a importância da temperatura interior, indica a influência do isolamento térmico, assim como aponta a importância da ventilação na solução dos problemas de condensação, que cada vez mais aparecem nos edifícios actuais.

São focadas, não só as condensações superficiais, mas também as condensações no interior das paredes.

* Engenheiro civil sénior
Director da **SpyBuilding** – Inspeção de Edifícios Lda.
Professor na Universidade Lusíada

A condensação tornou-se um problema dos nossos dias, essencialmente devido a uma mudança de carácter económico e tecnológico. O aumento do custo da energia colocou restrições económicas à quantidade de aquecimento que os utentes dos edifícios podem utilizar e encorajou o aumento da eficiência energética dos mesmos. Hoje pretende-se um maior isolamento, descurando-se frequentemente a correcta ventilação dos espaços. Por outro lado, as pressões económicas forçaram os construtores a reduzir os custos de construção. Estes factores tendem a aumentar a quantidade de humidade presente no interior dos edifícios.

Cada vez mais se aumentam as características de estanqueidade e impermeabilidade. São exemplo disso as janelas com caixilharia dupla e vidros duplos, atingindo praticamente a estanqueidade total, afim de evitar transferências térmicas com o exterior, bem como aumentar o isolamento sonoro. Isto provoca a total anulação de ventilação através destes elementos. Por outro lado, os vidros duplos implicam que a sua face interior, em período de Inverno, esteja mais quente do que se se tratasse de um vidro simples, o que significa que a condensação se manifeste menos nas superfícies envidraçadas. Obviamente que se a uma condensação reduzida nos vidros corresponde um aumento da mesma nas outras superfícies.



Fig. 1 - Os vidros duplos aumentam a estanqueidade das habitações

Por último, com a constante subida do preço do metro quadrado construído, a tendência é reduzir as áreas dos compartimentos. No entanto, a quantidade de vapor de água gerada por um casal num quarto de 12 m², numa noite, é a mesma que produziria num quarto de 25 m² no mesmo período de tempo. Este facto associado à falta de ventilação (hoje em dia quase uma constante), agrava significativamente a possibilidade de ocorrência de condensação.

Este fenómeno é uma das causas possíveis para a degradação de um edifício.

Condensação

A condensação pode ser descrita como a doença moderna dos edifícios.

O ar é constituído por uma mistura de gases e por vapor de água. O limite de saturação do ar é entendido como sendo a quantidade máxima de vapor de água que este pode conter. Esta quantidade é limitada e varia directamente com a temperatura, aumentando ou diminuindo consoante a temperatura do ar aumenta ou diminui.

Designa-se por humidade absoluta a quantidade de vapor de água que o ar contém. Designa-se por humidade relativa o quociente entre a humidade absoluta e a quantidade máxima que poderia conter a essa temperatura (limite de saturação):

$$\text{Humidade relativa (Hr)} = \text{Humidade absoluta (W)} / \text{Limite de saturação (Ws)}$$

O seu valor é expresso em percentagem (%).

A humidade relativa de uma massa de ar varia consoante a temperatura a que esta se encontra, diminuindo quando a temperatura aumenta (devido ao aumento do limite de saturação) e aumentando quando a temperatura desce (devido ao decréscimo do limite de saturação), mantendo-se constante o valor da humidade absoluta.

Sempre que a humidade relativa atinge o valor do limite de saturação, todo o vapor de água além desse valor condensará. A condensação é a passagem ao estado líquido do vapor de água existente no ar em excesso relativamente ao limite de saturação.



Fig. 2 - Exemplo de condensação num espelho

Veja-se o exemplo a seguir apresentado, que ilustra o fenómeno da condensação.

Considere-se uma massa de ar com uma humidade absoluta de 10,0 g/m³ e que se encontra à temperatura de 20° C. O limite de saturação a 20° C é de 17,3 g/m³, pelo que a humidade relativa será de:

$$Hr = 10,0 / 17,3 = 57,8\%$$

Se a temperatura baixasse para 5° C sem alteração da humidade absoluta, a humidade relativa seria de (o limite de saturação a 5° C é de 6,8 g/m³):

$$Hr = 10,0 / 6,8 = 147,0 \% > 100\% \text{ (valor máximo de Hr)}$$

Como o valor máximo de Hr é de 100%, isto significaria que o excesso de vapor de água condensaria, ou seja, (10,0 – 6,8 = 3,2 g/m³) condensariam.

As relações entre as humidades absoluta e relativa e a temperatura do ar podem ser observadas num diagrama designado por diagrama psicrométrico, como o que se apresenta na figura seguinte:

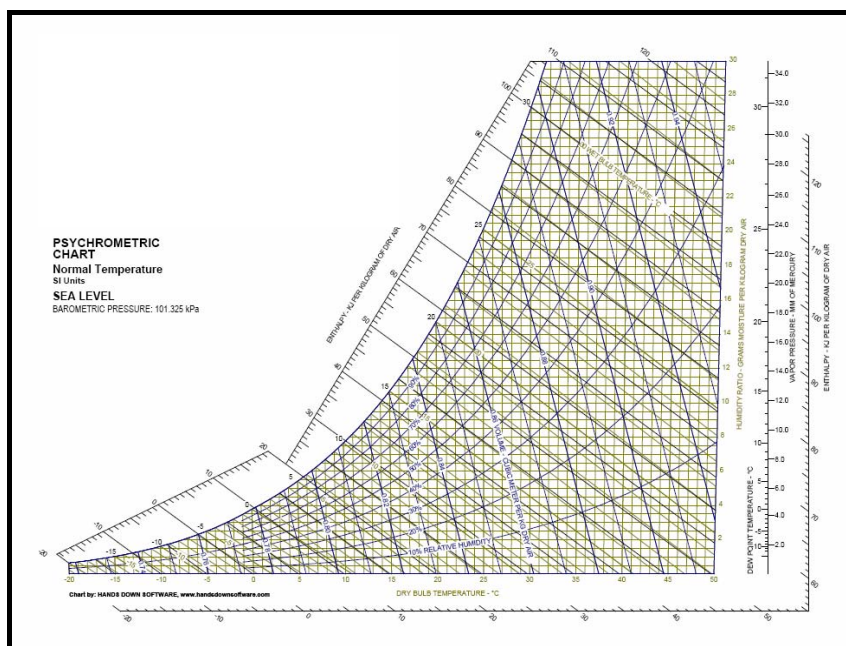


Fig. 3 - Diagrama psicrométrico

Condensações superficiais

Conforme exposto anteriormente, o arrefecimento do ar pode provocar condensações do vapor de água, sempre que seja alcançado o valor do limite de saturação correspondente a uma determinada temperatura.

No interior dos edifícios esse arrefecimento dá-se duma forma localizada junto aos paramentos das paredes exteriores, em particular nas zonas onde se verificam pontes térmicas, as quais podem ser detectadas por termografia infravermelha.

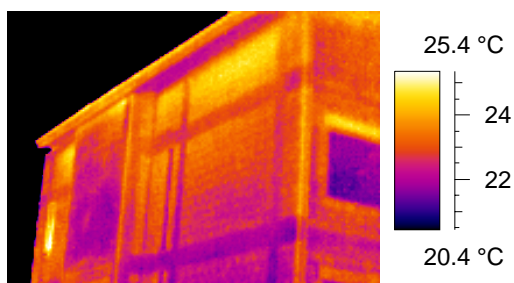


Fig. 4 - Determinação das pontes térmicas através de termografia infravermelha

No período de Inverno as superfícies interiores das paredes exteriores estão, em geral, a uma temperatura inferior à do ar ambiente. Isto provoca o aumento da humidade relativa do ar em contacto com elas, podendo originar condensações superficiais. Como é óbvio, quanto maior for o isolamento térmico das paredes exteriores maior será a sua temperatura superficial interior e menor será a possibilidade de condensação. O correcto isolamento térmico das paredes exteriores é uma das melhores medidas preventivas para evitar as condensações superficiais no futuro.



Fig. 5 - Condensação superficial

Qualquer actividade que uma pessoa exerça provoca a libertação de vapor de água. Um adulto liberta entre 45 g/h e 110 g/h, em repouso ou num trabalho ligeiro, respectivamente, a uma temperatura de 20° C. Se considerarmos os banhos, os cozinhados, lavagens, etc., é aceite que a produção de vapor de água para uma habitação média com 5 pessoas possa variar entre 8000 e 9500 g/dia.



Fig. 6 - Condensação em tecto de casa de banho

O excesso de vapor de água no interior das habitações é transportado para o exterior, ou através da renovação do ar interior, ou atravessando as paredes exteriores por difusão. Caso isto não aconteça, condensa-se nas superfícies do interior, inicialmente nas superfícies envidraçadas e, posteriormente, nas superfícies opacas.

É usual considerar-se que, caso não ocorram condensações superficiais, 95% do vapor de água produzido é evacuado através da renovação do ar e os outros 5% atravessam as paredes exteriores por difusão, podendo, no entanto, originar condensações no interior dessas paredes. A condensação sobre as superfícies envidraçadas permite dissipar 50% da humidade em excesso, sendo a restante evacuada com a renovação do ar e pela difusão através das paredes.

O exposto demonstra a importância de proceder a uma correcta ventilação dos espaços. A ventilação dos edifícios é uma necessidade muitas vezes mal compreendida, em especial nas condições em que é mais importante, ou seja no Inverno. As pessoas, em geral, não querem permitir que o ar frio, e em geral muito húmido, do exterior, possa penetrar nos espaços ocupados, por troca com o ar interior. Na realidade, o ar frio e húmido do exterior é aquecido em contacto com o ar interior, provocando esse acréscimo de temperatura uma consequente diminuição da sua humidade relativa e, por consequência, da humidade relativa da massa de ar do interior.

As condensações superficiais verificam-se inicialmente nas zonas em que o isolamento térmico é menor. Numa fase mais adiantada podem estender-se a outras zonas, caso o isolamento destas não seja suficiente ou se a ventilação for fraca ou inexistente. Isto pode observar-se, habitualmente, atrás dos móveis, em geral com o aparecimento de bolores. Quando a humidade relativa é superior a 75-80%, os microrganismos proliferam e dão origem à formação de manchas de bolor.



Fig. 7 - Bolor em paredes

Como referido anteriormente, essas condições são facilmente alcançadas em certas zonas superficiais em que a temperatura mais baixa provoca um aumento da humidade relativa do ar nessas zonas e noutras com fraca ventilação. São exemplo disso os ângulos entre paredes, as zonas de ligação entre paredes e tectos ou atrás dos móveis.

A ocorrência de condensações superficiais em paredes depende de:

- Condições de utilização
- Ventilação dos compartimentos
- Isolamento térmico das paredes que contactam com espaços mais frios
- Temperatura ambiente interior

Em resumo, pode referir-se a grande importância da boa ventilação para evitar condensações. Por outro lado, o isolamento térmico das paredes é de uma relevância extraordinária na prevenção de condensações. Finalmente, convém notar que a temperatura ambiente interior pode constituir um factor condicionante dos riscos de condensação. É fácil compreender que a uma maior temperatura ambiente corresponderá, ao fim de algum tempo, uma maior temperatura superficial das envolventes exteriores e, assim, uma menor humidade relativa do ar que contacte com elas.

3. Condensações no interior das paredes

Convém introduzir os conceitos de pressão parcial e de pressão de saturação. Pressão parcial do vapor de água é a pressão a que esse vapor estaria caso ocupasse sozinho o volume ocupado pela respectiva massa de ar. As pressões correspondentes ao limite de saturação designam-se por pressões de saturação.

As condensações no interior das paredes dão-se sempre que num dado ponto a pressão parcial do vapor de água que atravessa a parede por difusão iguala a pressão de saturação correspondente à temperatura nesse ponto. Se considerarmos constantes as condições de humidade e temperatura nos ambientes exterior e interior, os factores que influenciam a ocorrência destas condensações são dois:

- as características de isolamento térmico dos vários materiais que constituem as paredes;
- as características de permeabilidade ao vapor de água daqueles materiais.

A localização das diferentes camadas numa parede heterogénea influencia o risco de ocorrência de condensações internas.

Define-se permeabilidade ao vapor de água de um material como sendo a quantidade de vapor de água que passa, por unidade de tempo, através da unidade de superfície do material de espessura unitária, quando a diferença de pressão do vapor entre as duas faces é unitária.

A razão entre a permeabilidade ao vapor de água de um material e a espessura numa camada homogénea desse material chama-se permeância. O inverso da permeância é designado por resistência à difusão.

É frequentemente utilizado o conceito de espessura da camada de ar de difusão equivalente, que é uma grandeza de carácter prático, destinada a substituir uma camada de material com uma dada espessura por uma camada de ar de espessura tal que tenha a mesma permeância.

As condensações de vapor de água no interior das paredes não provocam, em geral, distúrbios visíveis. No entanto, podem originar o apodrecimento de materiais orgânicos, o descasque de materiais, etc. Por outro lado, o acréscimo do teor de água dos materiais constituintes das paredes, resultante da eventual absorção da água condensada, faz diminuir a resistência térmica desses materiais e, conseqüentemente, das paredes em que estão inseridos. Este facto pode, eventualmente, dar origem a condensações superficiais.

4. Considerações finais

A tecnologia utilizada na construção actual centra os seus esforços na redução do consumo energético. No entanto, devido à estanqueidade e à impermeabilidade que se pretendem nos edifícios actuais, sem considerar a necessidade de ventilação, a ocorrência de condensações é frequente.

Ao pretender evitar as transferências térmicas entre o interior e o exterior das habitações, a falta de renovação de ar provoca a saturação do ar ambiente. Caso os compartimentos estejam pouco aquecidos, podem verificar-se condensações que, com o passar do tempo, levam à degradação das condições de utilização desses espaços.

Os factores que condicionam a possibilidade de ocorrência de condensações são a ventilação, a temperatura ambiente e o isolamento térmico. Um projecto de um edifício deverá contemplar, não só o conforto térmico (e a redução da necessidade de aquecimento/arrefecimento), mas também medidas adequadas para evitar a saturação do ar no interior dos compartimentos. Na fase conceptual é bastante mais fácil prever uma boa ventilação dos espaços,

eventualmente forçada, do que após a construção do imóvel. A hipótese de ocorrência de condensações pode ser prevista e anulada na fase de projecto.

As construções existentes podem ser monitorizadas, em termos termo-higrométricos, com o intuito de recolher a informação necessária para definir as medidas a adoptar para corrigir as suas características físicas e, com isso, eliminar a condensação (se possível antes da sua existência).



Fig. 8 - Termo-higrómetros digitais

A inspecção periódica de edifícios, utilizando os meios tecnológicos hoje disponíveis, permite detectar alterações no nível do isolamento das paredes, alterações dos valores da humidade relativa no interior, a concentração de humidade em determinadas zonas, etc., com o objectivo de diagnosticar e actuar sobre as deficiências encontradas em tempo útil.

Em resumo, propõe-se a utilização de “medidas preventivas e não curativas”, podendo-se, deste modo, reduzir drasticamente os custos de reparação, eventualmente provocados pela presença de condensações de vapor de água no interior dos edifícios.

A condensação não traz apenas problemas ao edifício em si, como também pode provocar problemas de saúde aos seus utentes, como, por exemplo, problemas respiratórios. É um problema actual que deverá ser considerado quer na elaboração do projecto, quer na fase de construção, quer ao longo da vida útil dos edifícios.

Bibliografia

British Standards Institution (1974). *Drying out Buildings*. BSI. London.

Douglas, J. and Stirling, J. (1997). *Dampness in Buildings*. Blackwell Science. London.

Henriques, F. (2001). *Humidade em paredes*. LNEC. Lisboa.

Cabaça, S. (2002). *Humidade Ascendente em Paredes de Edifícios Antigos, Processos de Intervenção e Reabilitação*. Disponível em:
<http://www.construlink.com/2003_ConstrulinkPress/Monografias.php>

SILVA, J. e Tadeu, A. (1994). *Patologias Termo-Higrométricas na Construção a Custos Controlados*. 2º Encontro de Conservação e Reabilitação de Edifícios (ENCORE). pp. 733–742. LNEC. Lisboa.