

Isabel Abreu  
 Engenheira Civil, Instituto Politécnico de Bragança  
 isabreu@ipb.pt  
 Helena Corvacho  
 Engenheira Civil  
 FEUP – DEC/SCC/Laboratório de Física das Construções  
 corvacho@fe.up.pt

## OS NOVOS DESAFIOS TECNOLÓGICOS NA REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE PAREDES EXTERIORES DE EDIFÍCIOS

### 1. INTRODUÇÃO

É um facto reconhecido pelos diversos actores do sector da construção que a reabilitação do parque habitacional português é necessária e que a sua importância na actividade global da construção de edifícios deverá crescer, aproximando-se de valores praticados nos outros países da União Europeia.

A necessidade de travar o crescimento do consumo de energia para aquecimento (ou arrefecimento) nos edifícios e as evidentes melhorias do conforto de utilização que decorrem da "reabilitação energética" da envolvente fazem desta uma oportunidade a agarrar aquando de uma reabilitação funcional ou estética (note-se que utilizamos aqui a designação de "reabilitação energética" por comodidade de expressão, traduzindo directamente os termos ingleses utilizados internacionalmente. Aquilo a que nos referimos é a uma intervenção nas paredes exteriores que resulte numa melhoria do comportamento térmico do edifício e numa consequente redução da energia necessária à obtenção de condições de conforto). O actual enquadramento regulamentar, a entrada em funcionamento do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios (SCE) e as exigências globais de respeito pelo ambiente transformam essa oportunidade num imperativo.

Há que identificar os desafios específicos que

se colocam à concepção de soluções eficientes e inovadoras para a reabilitação energética de paredes exteriores. A participação das autoras nos trabalhos da Agência Internacional de Energia, IEA ECBCS Annex50 – *Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings* motivou a reflexão que agora se apresenta.

### 2. OS INCENTIVOS E AS BARREIRAS À REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Com a entrada em vigor da segunda versão do RCCTE e do SCE, novas exigências são impostas a todos os edifícios a construir. No entanto, o processo de certificação energética ainda se encontra numa fase inicial pelo que o seu impacto ainda não é totalmente perceptível. Quanto à intervenção no parque existente a evolução será mais lenta porque a legislação é vocacionada para novos edifícios e apenas se direcciona para os existentes no caso de o valor da intervenção de reabilitação no edifício exceder 25% do valor do imóvel. O efeito visível do SCE sobre os edifícios existentes manifesta-se através da obrigatoriedade destes apresentarem um Certificado Energético aquando da sua venda ou arrendamento. Não é, no entanto, obrigatória qualquer intervenção que torne o edifício energeticamente mais eficiente.

A maior parte dos nossos edifícios estão

identificados como tendo fracas condições de conforto interiores e as exigências em termos de isolamento térmico da envolvente são agora significativamente maiores para os novos edifícios. O mercado imobiliário funcionará e estabelecerá as suas regras, diferenciando, em termos de valor comercial, os edifícios energeticamente eficientes e os não eficientes. Apesar de não existir obrigatoriedade dos proprietários procederem à intervenção, poderá existir agora outra motivação para melhorar a classe de eficiência energética da sua habitação.

O ITIC apresentou, em 2008, um estudo sobre os potenciais impactos do SCE no sector da construção. Este estudo admite a existência de 2,5 milhões de fogos com potencial de requalificação energética, com um ritmo de intervenção estimado em cerca de 100.000 fogos/ano, durante um período de execução de 25 anos. De salientar que foi apenas considerada a colocação de janelas eficientes e o isolamento térmico de paredes e coberturas. Recentemente, o governo português apresentou o "Portugal Eficiência 2015", que prevê o incentivo ao isolamento térmico da envolvente de edifícios construídos. Este documento engloba um conjunto alargado de programas e medidas consideradas fundamentais para que Portugal possa alcançar e suplantear os objectivos fixados no âmbito da Directiva Europeia n.º 2006/32/CE. De salientar as



medidas Renove Casa - Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios. Estas medidas são acompanhadas de incentivos fiscais, financiamento e benefícios.

Estão assim reunidas, neste momento, algumas vantagens objectivas que podem tornar mais aliciente a decisão de reabilitar energeticamente os edifícios.

Alguns dos aspectos que funcionam como barreira a essa intervenção decorrem da falta de informação esclarecida dos proprietários quanto à relação custo/benefício que essa intervenção acarreta. Outra barreira encontra-se nos edifícios multifamiliares onde a decisão de reabilitar está repartida por uma série de proprietários, que identificam este passo como uma grande investimento, com períodos de retorno do investimento longos.

Por vezes, são os próprios profissionais ligados à reabilitação que ainda carecem de informação sobre as soluções mais adequadas de poupança energética a aplicar. Muitas das soluções aplicadas acabam por se revelar, posteriormente, muito aquém do esperado.

### 3. AS ENVOLVENTES DOS EDIFÍCIOS PORTUGUESES E O SEU ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Pretendendo-se desenvolver um sistema para a reabilitação energética de fachadas que apresente um efectivo potencial de aplicação, importa conhecer as condições objectivas dos edifícios a reabilitar.

Analisando as estatísticas, constata-se que os edifícios predominantes em Portugal não possuem, em geral, fachadas de grande extensão e que estas não são muito repetitivas em termos de tipologia. Por isso, a adaptabilidade e a flexibilidade dos sistemas construtivos a aplicar nas fachadas em acções de reabilitação serão, necessariamente, aspectos a ter em conta no desenvolvimento de novas tecnologias de reabilitação.

Pode assumir-se que, salvo algumas excepções (Bragança, 2007), a maioria dos edifícios portugueses, após 1960, adopta uma solução de estrutura reticulada em betão armado, com pilares e vigas na fachada e de paredes exte-

riores de tijolo cerâmico, simples ou duplas, sendo estas últimas mais predominantes a partir do final dos anos 80.

Os edifícios anteriores a este período possuem paredes de alvenaria resistente de pedra, por vezes mistas pedra/tijolo cerâmico, cujas funções são simultaneamente estruturais e de compartimentação.

Quanto ao estado de conservação dos edifícios, é ainda aos dados do Censos 2001 que teremos de recorrer. De acordo com estes, cerca de 59% dos edifícios existentes em 2001 não registavam quaisquer necessidades de reparação, enquanto que 38% apresentavam pequenas, médias ou grandes necessidades de reparação. Os edifícios muito degradados representavam 3% do parque edificado. Decorridos quase 10 anos após o Censos 2001, não se conhecem novos dados estatísticos, a nível nacional, sobre o estado actual de conservação do parque edificado. No entanto, tendo em conta o ritmo insatisfatório com que se procedeu a intervenções de reabilitação durante o período decorrido, não será de esperar uma melhoria significativa da situação, em termos globais. Existe assim, claramente, um potencial de actuação que não se pode deixar de ter em conta.

### 4. LINHAS ORIENTADORAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS SISTEMAS PARA REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE PAREDES EXTERIORES

No que diz respeito à envolvente vertical dos edifícios, verifica-se uma crescente aplicação de sistemas de isolamento térmico pelo exterior. Os sistemas mais utilizados são o sistema ETICS (figura 1) e as fachadas ventiladas.

As fachadas ventiladas são particularmente vantajosas em climas mediterrânicos e temperados, havendo estudos que apontam também para poupanças significativas em energia para arrefecimento. Os sistemas disponíveis diferenciam-se, basicamente, pelo tipo de materiais de revestimento, pelo aspecto visual e pelo tipo de sistema de fixação e montagem. O mercado não oferece sistemas integrados. A montagem dos componentes dos sistemas



> 1

disponíveis é feita em separado e não existe a possibilidade de integração de instalações técnicas ou funcionalidades adicionais. Verifica-se também que as soluções disponíveis estão mais vocacionadas para a aplicação em edifícios novos do que para a reabilitação. Relativamente a revestimentos isolantes prefabricados, conhecidos por "vêture", a oferta é reduzida, ao contrário de outros países em que a oferta é mais diversificada.

Há que definir, então, um novo conceito para os sistemas a desenvolver, que incorpore certas funcionalidades e que garanta a adaptabilidade e a sustentabilidade. É nesta linha que se está a desenvolver o trabalho no âmbito do IEA ECBCS Annex50 – *Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings*.

A recente procura de formas sustentáveis de projectar e construir fez ressurgir o interesse pela prefabricação. Efectivamente, esta traz diversos benefícios ao processo de construção e ao desempenho das soluções construtivas. Neste sentido, parece certo que a reabilitação energética recorra a métodos e tecnologias também sustentáveis.

A prática corrente tem sido combinar modestamente componentes prefabricados com elementos produzidos in situ. Sendo assim,

> Figura 1: Fachada em reabilitação com o sistema ETICS.



a utilização da prefabricação parcial na reabilitação energética de fachadas poderá ser uma aposta com benefícios evidentes porque a prefabricação consegue a optimização de soluções e um melhor controlo de qualidade. Com soluções prefabricadas consegue-se alto rendimento na montagem e por isso redução de prazos de execução e custos. De salientar também os benefícios ambientais, tais como: uma redução de perdas de material e resíduos, o reaproveitamento e a reciclagem na acção de desconstrução e o menor consumo energético durante a aplicação. É importante relembrar que o custo da aplicação de um sistema inclui não só o custo da aquisição dos materiais, mas também o custo de dar um destino às perdas e aos resíduos após aplicação. Por isso, conceber para o mínimo de perdas é importante. Com a utilização de componentes prefabricados concebidos de forma modular pode tornar-se mais fácil, após alguns anos, adaptar a fachada a novas exigências e funcionalidades, modificando total ou parcialmente alguns dos seus componentes. Aliás os sistemas poderão ser pensados logo à partida para terem esta funcionalidade, adaptando-se mais facilmente a novos requisitos. Quanto mais pequenos os componentes mais fácil e melhor poderão ser espacialmente integrados num sistema de fachada [Knaack et al., 2007].

A optimização do custo deste tipo de soluções deve ser estudada para que compitam com o custo dos sistemas já existentes. Este aspecto é muito importante, tanto mais que soluções prefabricadas, e por conseguinte com carácter modular e repetitivo, prestam-se particularmente a ser utilizadas em conjuntos habitacionais de alguma dimensão e com uma grande homogeneidade de tipologias de edifícios. Estas condições poderão ser encontradas no parque de habitação social a reabilitar, por exemplo.

Um dos desafios da reabilitação energética é requalificar sem reduzir excessivamente a área útil ou incrementar em demasia a volumetria do edifício. Então é essencial optimizar a relação entre o nível de isolamento térmico e o incremento da espessura da envolvente.

Actualmente, muitos estudos consideram que se deve apostar na incorporação de isolantes de elevada resistência térmica e reduzida espessura nos sistemas construtivos para edifícios [Abley, 2008; Fricke, 2008], tornando-os atractivos para a utilização corrente. É o caso dos chamados VIP (*Vacuum Insulated Panels*). Existem estudos que apresentam como ideias preliminares, o desenvolvimento de sistemas prefabricados modulares que introduzam maior robustez nos VIP, para maior facilidade de manuseamento, aplicação e durabilidade, com a possibilidade de manipulação da resistência térmica dos mesmos ao longo do tempo, já depois de aplicados.

Encontra-se ainda uma série de outros materiais com propriedades muito interessantes para aplicação em sistemas a desenvolver, como por exemplo, novos tipos de pinturas selectivas e os PCM (*Phase Change Materials*). Sublinhe-se que estas inovações estão especialmente indicadas para ser integradas em sistemas e não para ser objecto de uma utilização isolada. Constituem assim um desafio à criatividade e à ousadia da indústria de produtos para a construção.

##### 5. DESENVOLVIMENTO DE UM PAINEL PARA A REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE PAREDES EXTERIORES. ESTUDO PRELIMINAR

A ideia base é a de aproveitar as potencialidades já referidas da prefabricação, a existência e o desenvolvimento de novos materiais com propriedades isolantes melhoradas e de novas tecnologias, a de combinar diversas tecnologias já existentes e a de integrar novas funcionalidades, desenvolvendo um sistema com benefícios e custos vantajosos em relação aos sistemas existentes.

O conceito de adaptativo ou dinâmico aplicado a elementos construtivos traduz o facto de o comportamento desses elementos poder ajustar-se ao longo do tempo e adaptar-se a diferentes requisitos de conforto dos ocupantes e a diferentes condições do clima exterior e interior. Este será também um conceito

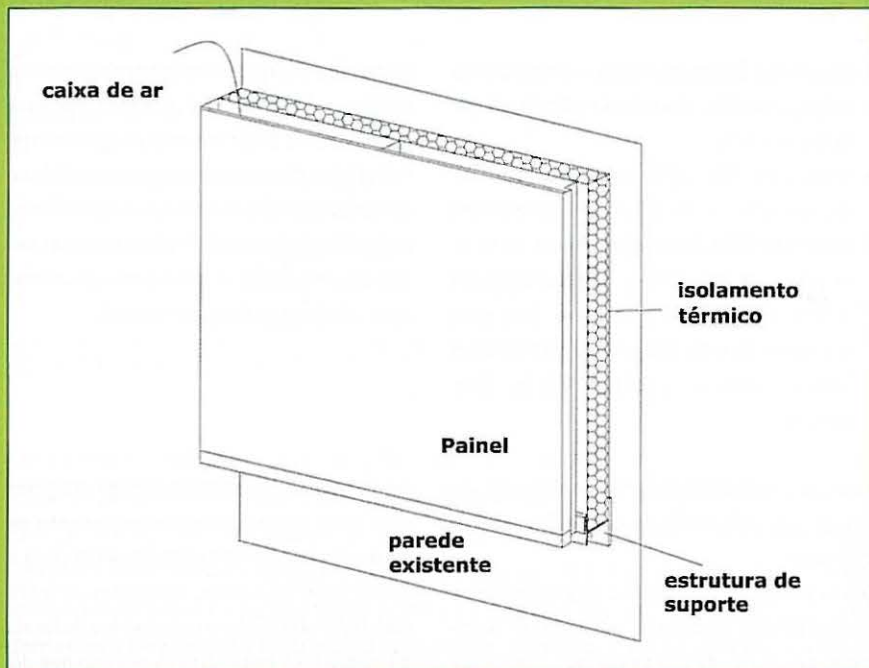
interessante a considerar.

Recorrendo inicialmente ao princípio da fachada ventilada, surge como ideia preliminar criar um sistema de painéis prefabricados cujo princípio de funcionamento assente no da fachada ventilada (com posteriores adaptações que veremos adiante) mas cujos componentes tradicionais estejam integrados num único elemento (figura 2).

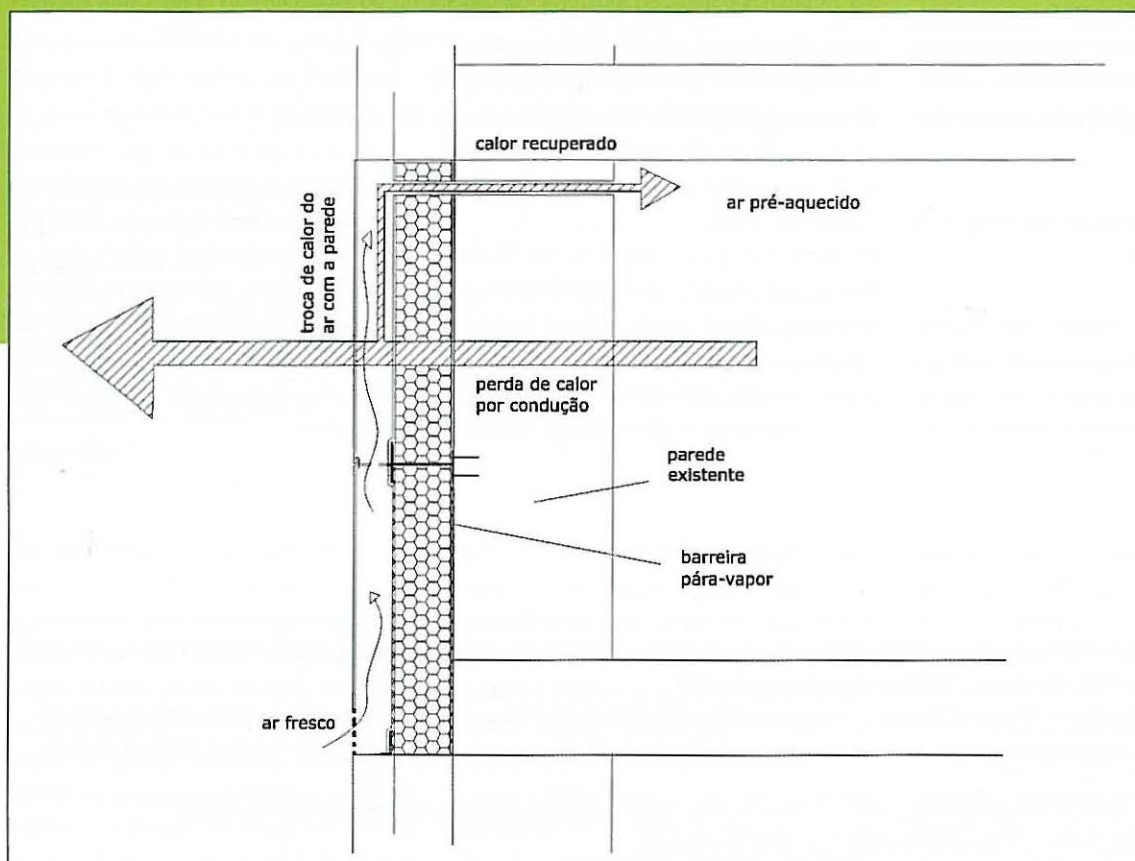
Pensa-se desde já conseguir algumas vantagens adicionais em relação à fachada ventilada tradicional, tais como: a utilização de menor número de componentes individuais e separados; uma maior facilidade de montagem; a redução do tempo de execução e menores custos.

Outro dos principais objectivos é reduzir o mais possível a espessura total dos painéis. Com os sistemas actuais, o incremento de espessura para conseguir melhorias significativas pode ser incompatível com o espaço disponível e com o alinhamento existente das fachadas. Há que ponderar a utilização de novos isolantes. Entretanto, como existe a necessidade de garantir uma ventilação adequada dos espaços interiores (a existência à partida de uma ventilação deficiente do edifício coloca-se com frequência, em intervenções de reabilitação) e, ao mesmo tempo, a necessidade de reforçar o isolamento térmico, existem actualmente novos sistemas, os chamados isolamentos térmicos dinâmicos (DI) que dão resposta a ambas as necessidades. O isolamento dinâmico significa combinar isolamento convencional e troca de calor com ar que atravessa o isolante, pré-aquecendo o ar utilizado para ventilação. A variabilidade sazonal do sistema é uma aposta que se pretende também ver vertida neste sistema, adaptando-se ao clima exterior. Será testado o desempenho do sistema com base num funcionamento de entrada de ar por mecanismos de convecção natural ou por extracção mecânica. As principais funções a integrar no painel são de: isolamento térmico; ventilação; estanquidade à água e isolamento acústico (aspecto a ter em conta relativamente aos dispositivos de ventilação).

O sistema a desenvolver assentará numa abordagem simples do princípio de pré-aque-



> 2



> 3

> Figura 2: Representação esquemática da adaptação do conceito de fachada ventilada a um painel.

> Figura 3: esquema do princípio de funcionamento de um painel em desenvolvimento com integração de dispositivo para ventilação do edifício.



cimento do ar que entra no interior do edifício, recuperando o calor perdido pela envolvente e tirando partido da radiação solar incidente (Figura 3).

O princípio básico do sistema a conceber funcionará da seguinte forma, no período de Inverno:

- O ar frio entrará na base dos painéis para a caixa-de-ar onde percorrerá, em movimento ascendente por efeito do aquecimento, um canal da altura de um piso que terá ligação a uma entrada para o espaço interior;
- O ar entrará por diferença de pressão natural ou por aplicação em funcionamento contínuo ou periódico de extractores mecânicos simples;
- O ar ganhará calor por convecção com a parede que por condução perde calor vindo do interior, funcionando como uma recuperação de calor que de outra forma seria perdido para o exterior e por outro lado, trocará também calor com o revestimento exterior que poderá ser aquecido pela radiação solar incidente.

No Verão, o funcionamento do sistema poderá ser um dos seguintes:

- A entrada de ar no espaço interior deverá ser fechada, pelo menos durante o dia, e a caixa-de-ar do sistema deverá ser ventilada para dissipação do calor em excesso vindo

do exterior (nesta situação, a ventilação do espaço interior deverá ser garantida por outros meios);

- Para além dessa possibilidade, o sentido do caudal de ventilação poderá também ser invertido, abrindo uma passagem de ar do interior para a caixa-de-ar, na base da parede e uma passagem de ar da caixa-de-ar para o exterior no topo do painel. Deste modo, o sistema funcionará como extractor do ar interior.

As duas alternativas acima encontram-se em estudo, a fim de avaliar as respectivas potencialidades.

Desta forma, a necessidade que os edifícios possuem hoje de caudais mínimos de ventilação interior pode ser aliada aos benefícios do pré-aquecimento de ar e da recuperação passiva de calor, reduzindo as necessidades de aquecimento. No entanto, estudos já realizados apontam que os caudais de ventilação não poderão ser muito reduzidos nem muito elevados. Será avaliado se os caudais de ventilação necessários para a ventilação dos espaços interiores serão adequados para o funcionamento de um sistema deste tipo.

Por outro lado, para um nível de isolamento térmico considerável, a quantidade de calor que atravessa a parede e que poderá ser em parte utilizada para pré-aquecer o ar de ventilação é, já de si, reduzida. O funcionamento do sistema como recuperador de calor pode ser modesto

se não for utilizado um isolante poroso a funcionar como isolante dinâmico. Por este motivo, estão a ser estudadas, igualmente, estratégias para o funcionamento simultâneo do sistema como colector, tirando partido da radiação solar incidente. Tratar-se-á aqui também de uma hipótese que deverá apresentar capacidade de adaptação sazonal.

## 6. CONCLUSÕES

Em conclusão, existem condições propícias para uma aposta no desenvolvimento de sistemas inovadores vocacionados para a reabilitação de paredes exteriores de edifícios. O desafio está em concebê-los de forma a tornarem-se competitivos quer no que diz respeito ao seu desempenho e à integração de novas funcionalidades, quer no que diz respeito ao seu custo.

## AGRADECIMENTOS

A participação das autoras nos trabalhos da Agência Internacional de Energia, IEA ECBCS Annex 50 – *Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings* é levado a cabo no âmbito do projecto PTDC/ECM/G7373/2006 *Reabilitação Energética de Edifícios* financiado pela FCT à qual as autoras agradecem.

## REFERÊNCIAS

- Abley, I., *Systems Thinking for Better Insulated British Housing*, Centre for Innovative and Collaborative Engineering, Loughborough University, *Global Insulation Magazine*, October 2008, pp 19-24, Surrey, UK, 2008.
- Bragança, L., Almeida, M., Mateus, R., *Technical Improvement of Housing Envelopes in Portugal, Cost C16, Improving the Quality of Existing Urban Building Envelopes, Facades and Roofs, Volume 5*, Edited by Luís Bragança, Christian Wetzel, Vincent Buhagiar, Leo G. W. Verhoef, IOS Press, Netherlands, 2007.
- Fricke J., Heinemann, U., Ebert, H.P., *Vacuum Insulation Panels - From research to market*, *Vacuum* 82, pp 680-690, Elsevier, 2008.
- INE, *Census 2001*; Instituto Nacional de Estatística, I.P., 2002 ([www.ine.pt](http://www.ine.pt)).
- ITIC, *O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios - Oportunidades para o sector da Construção - Segmento Residencial, Sumário Executivo*, Instituto Técnico para a Indústria da Construção, Lisboa, 2008.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M. Auer. T., *Facades, Principles of Construction*, Birkhauser, Basel, Switzerland, 2007.