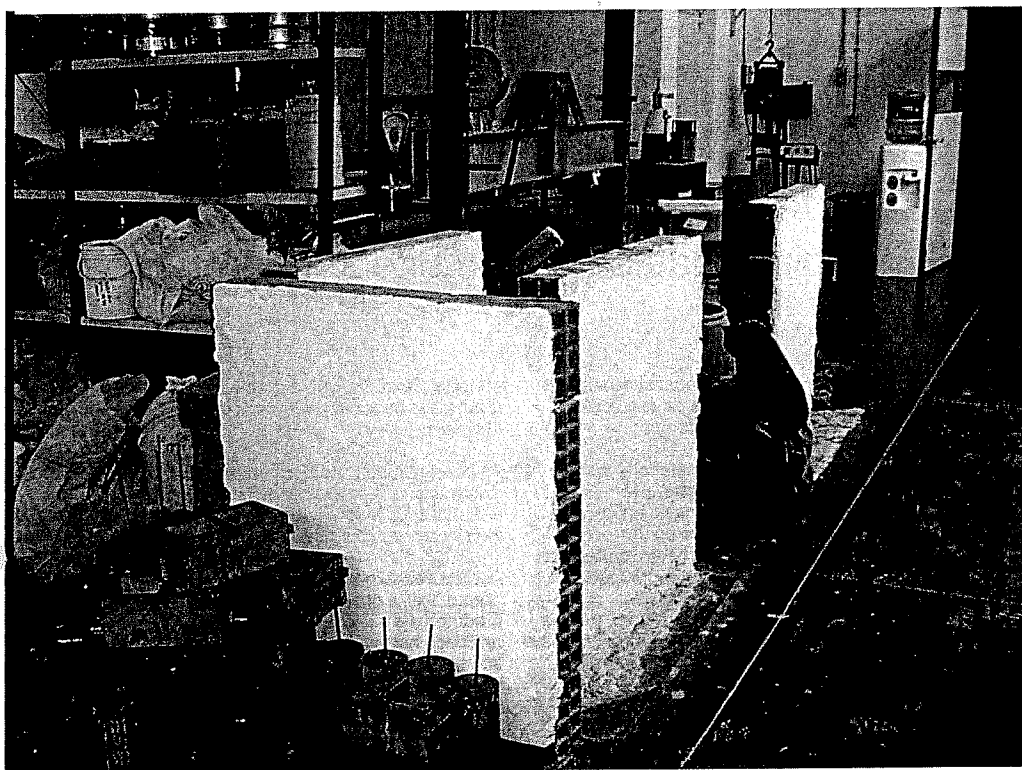


# Utilização de materiais activos em argamassas

A aplicação de novos materiais que auxiliam a conservação de energia, em combinação com materiais e tecnologias utilizadas na construção civil actual é uma solução viável para contribuir para a diminuição de emissões para a atmosfera de CO<sub>2</sub> e outros gases responsáveis pelo aumento do efeito de estufa. Estes novos materiais em desenvolvimento são materiais activos porque o seu uso pode influenciar o ambiente que os rodeia, designam-se por "Phase Change Materials" (PCM), já utilizados com sucesso noutras indústrias.



porque o seu uso pode influenciar o ambiente que os rodeia, designam-se por "Phase Change Materials" (PCM), já utilizados com sucesso na indústria têxtil, na indústria automóvel, na medicina, na indústria farmacêutica e na indústria bioquímica, entre outras.

## Materiais activos

Os PCM são partículas microscópicas com a capacidade de armazenar energia, o que fazem passando da fase sólida à fase líquida à temperatura ambiente, sendo a temperatura de mudança de fase programada previamente. Para que os PCM não se misturem na massa dos materiais de construção ao passarem da fase sólida à fase líquida, são envolvidos numa película protectora (casca), constituída normalmente por um polímero orgânico, embora possa ser um polímero inorgânico ou um metal<sup>[1]</sup>, tendo-se desenvolvido para o efeito uma técnica de microencapsulamento. Por isso, há autores que designam os PCM por microcápsulas de PCM (fig. 1).

Como exemplos de PCM salientam-se as ceras e parafinas, materiais orgânicos obtidos por refinação do crude ou produzidos sinteticamente. A sua fórmula química geral é C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub> (figura 2).

**A**s emissões para a atmosfera de CO<sub>2</sub> e outros gases responsáveis pelo aumento do efeito de estufa, que contribuem para o aquecimento global e para as alterações climáticas, encontram-se no topo das preocupações actuais da humanidade.

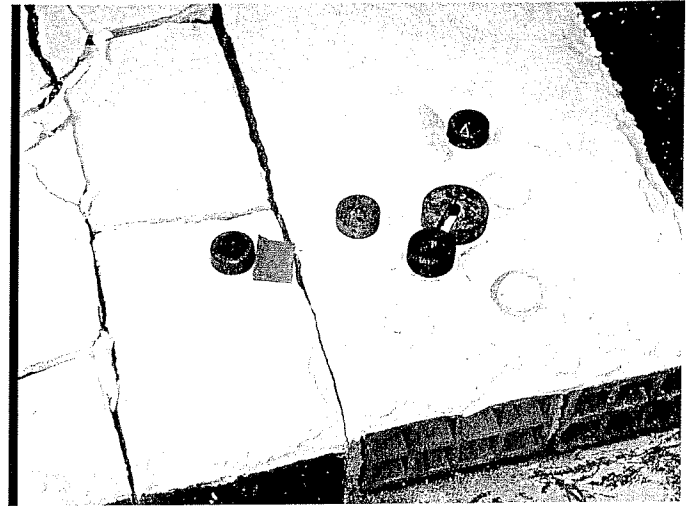
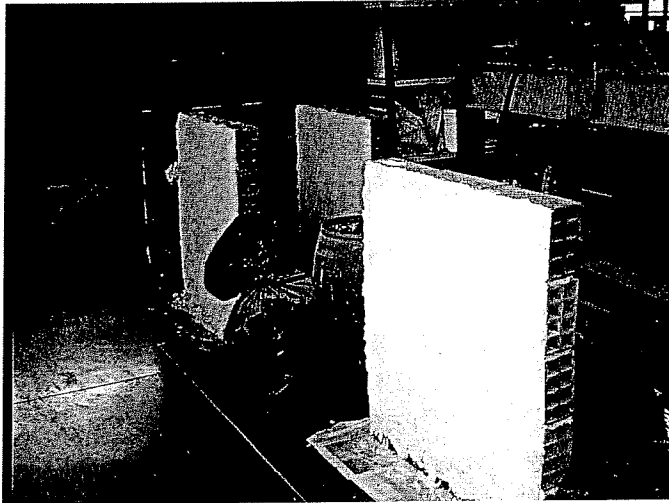
A procura de soluções e tecnologias que possam contribuir para a diminuição dessas emissões é um objectivo comum a

todos os povos do mundo. Nos edifícios é possível otimizar o aproveitamento da energia gerada (quer a energia consumida para aquecimento, quer a energia de arrefecimento), que depois acaba por se dissipar. Isto será possível melhorando as condições de conservação de energia dos edifícios, que são por si só responsáveis no nosso país pelo consumo de cerca de 20% das necessidades de

energia (com tendência para aumentar), percentagem que cresce para 40% nos edifícios da U. E.

Neste âmbito, uma solução viável que se encontra em investigação, insere-se na aplicação de novos materiais que auxiliam a conservação de energia, em combinação com materiais e tecnologias utilizadas na construção civil actual. Estes novos materiais são materiais activos

ARGAMASSAS FABRIS



Quando o PCM é aquecido absorve energia térmica e passa do estado sólido ao estado líquido ao ultrapassar a sua temperatura de fusão. Esta energia é temporariamente armazenada, sendo libertada gradualmente durante o arrefecimento até que seja atingida

a temperatura de cristalização do PCM.

Um PCM ideal deverá preencher um certo número de premissas, tais como, um alto calor de fusão, alta capacidade de aquecimento, alta condutibilidade térmica, pequena mudança de volume em fase de transição,

não ser corrosivo, não ser tóxico, não inflamável e apresentar pequena ou nenhuma decomposição [2].

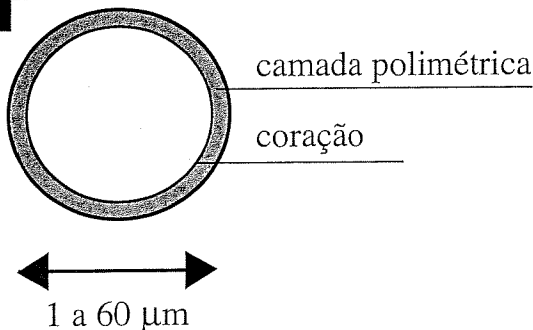
Para demonstrar a quantidade de armazenamento de calor devida ao calor latente directo pode citar-se o exemplo da água. É necessário aquecer água desde os 0°C até 80°C para armazenar 336 kJ num kg de água. Aproximadamente a mesma quantidade de energia, 333 kJ, é armazenada durante a fusão de 1 kg de gelo sendo esta mudança de fase efectuada à temperatura constante de 0°C. Isto deve-se à elevada capacidade calorífica da água e ao calor de fusão devido aos efeitos das ligações dos átomos de hidrogénio da água. Há no entanto substâncias orgânicas e inorgânicas que apresentam calor de fusão semelhante ao da água [3]. A figura 3 mostra o armazenamento de energia que

se verifica na passagem do estado sólido ao estado líquido, com o correspondente aumento de temperatura.

As modernas estratégias de arrefecimento passivo dos edifícios, por exemplo com ventilação de ar fresco durante a noite ou através de trocas de calor conseguidas sob o terreno, só são possíveis recorrendo à massa térmica dos edifícios. Empregues associados aos materiais de construção, os PCM melhoram a massa térmica dos edifícios numa determinada faixa de temperatura, com a necessidade de emprego de apenas pequenas quantidades em massa. São usados optimamente para manter uma certa temperatura constante enquanto é necessária, por exemplo, em edifícios em climas moderados com mudanças no clima exterior do dia para a noite e nas mudanças de estação. Os custos com

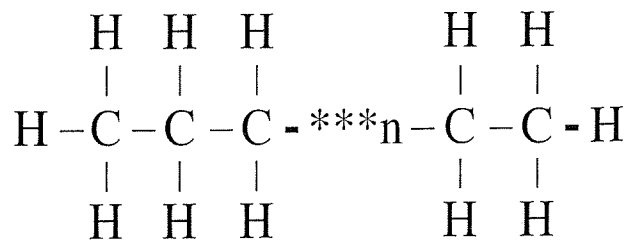


Figura 1



Estrutura de uma microcápsula

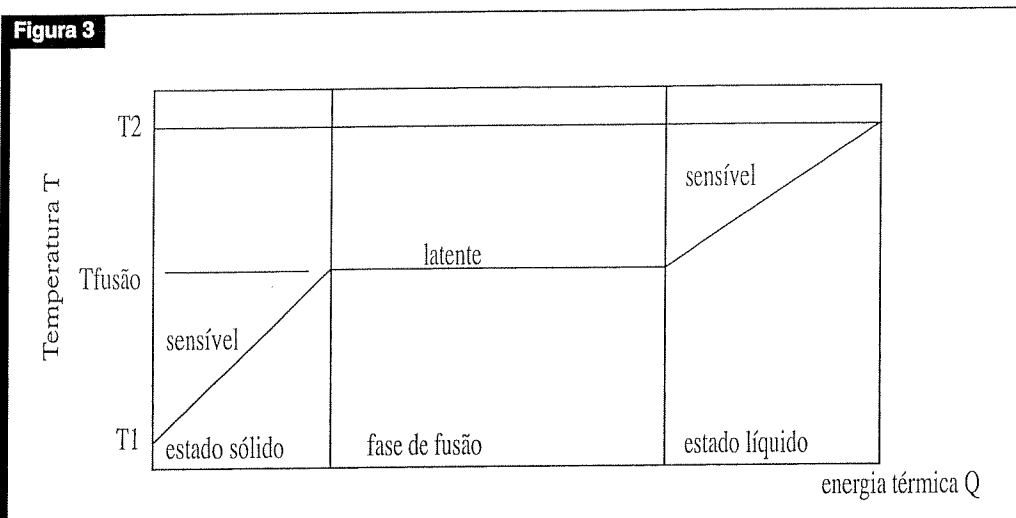
Figura 2



Estrutura de uma parafina normal

## ARGAMASSAS FABRIS

Figura 3



a manutenção de uma temperatura constante podem ser reduzidos com o emprego dos PCM, devido à sua capacidade de armazenamento térmico. A figura 4 mostra a capacidade de armazenamento de calor, em  $\text{kWh/m}^3$ , de alguns materiais.

### Solução viável

A tecnologia proposta seguidamente, que após os estudos efectuados mostrou ser técnica e economicamente viável, consiste em misturar os materiais activos ou PCM com as massas de acabamento à base de gesso que proliferam actualmente no mercado e com as quais se

realiza a maioria dos acabamentos das superfícies interiores das paredes e dos tectos dos edifícios. Esta camada de acabamento, conhecida tradicionalmente por estanhado em paredes e estuque em tectos, é aplicada sobre a camada de reboco cuja função é o desempenho das paredes, sob a forma de uma película muito fina (espessura inferior a 1mm) e o seu objectivo é conferir um acabamento perfeito à parede através do preenchimento das cavidades e irregularidades que a primeira camada de reboco possui, fruto da sua composição. Isto será realizado por um novo material resultante da mistura de massas de acabamento à base de gesso,

com uma determinada percentagem de PCM (fig. 5).

Resulta desta ideia um novo material, que não é, nem a massa de acabamento disponível actualmente no mercado, nem PCM, mas uma mistura dos dois, segundo uma determinada percentagem, mistura esta que possui propriedades distintas dos materiais primitivos. Ora, surge assim a questão de saber qual a percentagem de PCM que se deverá adoptar.

Por um lado, os PCM estão envolvidos, como referido anteriormente, por microcápsulas constituídas por um material polimérico que não tem propriedades aglomerantes nem reage quimicamente com os constituintes

da massa de acabamento; por outro lado e sendo a camada de acabamento muito fina, a % de PCM a incorporar deverá ser a suficiente para se poderem obter benefícios.

Para determinar a quantidade ideal de PCM, foi necessário efectuar ensaios de ordem mecânica e de ordem térmica. Os primeiros deram resposta a questões de comportamento mecânico e estabilidade estrutural e os segundos, responderam a questões relacionadas com a sua eficiência térmica.

### Ensaio térmicos

Com o objectivo de avaliar o contributo do revestimento superficial com incorporação de PCM no desempenho térmico dos edifícios foi utilizada uma célula de avaliação térmica de edifícios existente no Laboratório de Física e Tecnologia das Construções da Universidade do Minho. Utilizou-se uma célula de teste com as dimensões de 4,2 m de comprimento, 2,5 m de largura e 3,0 m de altura. Foi construída uma parede que dividiu a célula em duas partes iguais de 4,2 m de comprimento e 1,25 m de largura, com a mesma exposição solar, pois a parede dividiu o envidraçado que a limita a sul, exactamente a meio.

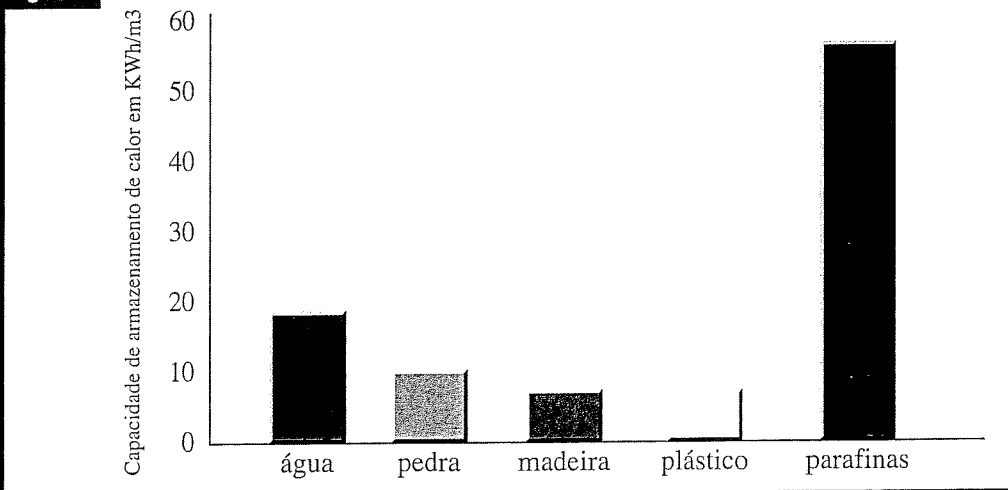
Depois de construída a parede em tijolo com as dimensões 4,20 x 3,0 m, esta foi rebocada de ambos os lados com massa de acabamento com 1 cm de espessura, como primeira camada de regularização. De seguida foi efectuado o seu acabamento (com espessura cerca de 1mm):

- na face da parede orientada a Nascente foi executado o acabamento tradicional com massa de acabamento;

- na face da parede virada a Poente foi efectuado o acabamento com massa de acabamento modificada contendo PCM. Neste caso utilizaram-se 4 kg de massa de acabamento e 1 kg de PCM.

Resultaram assim dois espaços exactamente iguais com a

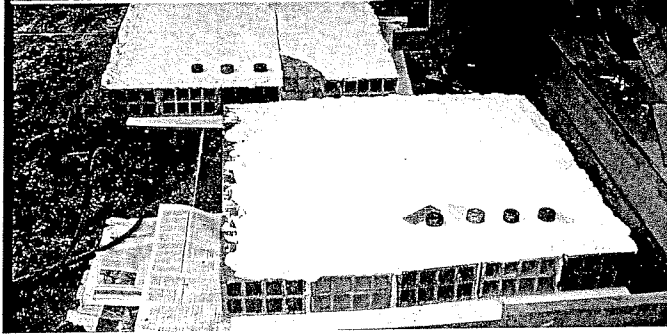
Figura 4



Capacidade de armazenamento de energia de alguns materiais

## DOSSIER

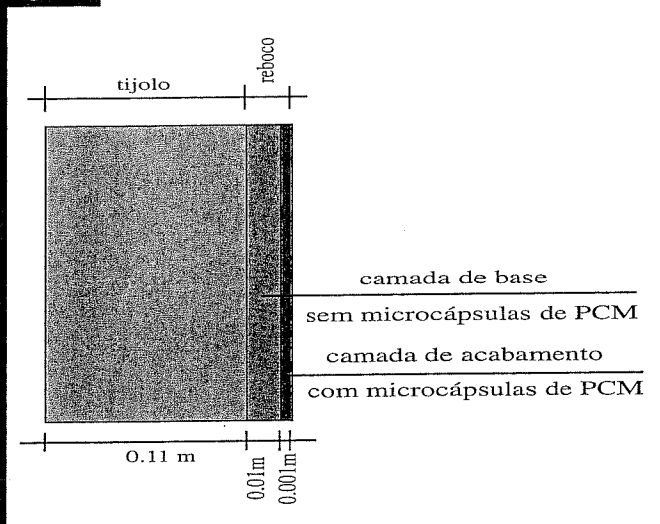
### ARGAMASSAS-FABRIS



mesma área de envidraçados, um sem PCM na camada de acabamento e outro com 25% de PCM incorporados na massa de acabamento da parede erigida.

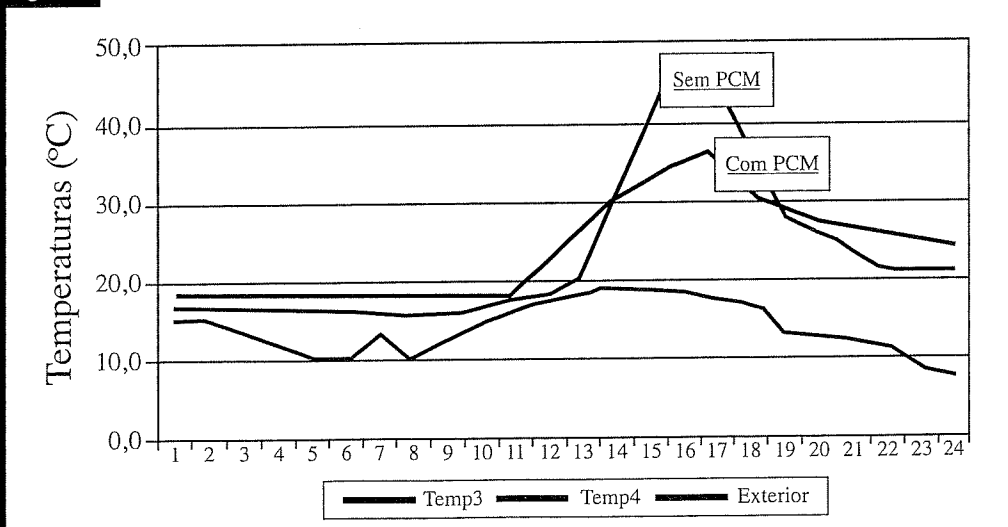
Em ensaios anteriormente efectuados no Laboratório de Materiais de Construção da Universidade do Minho, verificou-se que era possível incorporar 25 % de

Figura 5



Esquema de parede de tijolo revestida numa das faces

Figura 6



Evolução das temperaturas durante o dia 14 de Dezembro de 2004

PCM sem comprometer a aplicação das massas de acabamento. Efectuaram-se ensaios de aderência, de retracção, de resistência à flexão e à compressão.

Verifica-se que a utilização de PCM é benéfica pois diminui em 28% a temperatura máxima nos locais que é utilizado e aumenta a temperatura mínima em pelo menos 6%, nesses locais, sem o uso de energia, quer para arrefecimento, quer para aquecimento (fig. 6).

## Phase Change Materials

É hoje reconhecido que as tecnologias de armazenamento de energia podem contribuir significativamente para a eficiência energética, para a melhoria do meio ambiente e para o crescimento económico. Em face das características dos PCM e da evolução tecnológica, pensou-se que pudessem ser utilizados na construção civil, como isolantes térmicos e sobretudo, introduzindo um novo conceito, como baterias térmicas, com vantagens em relação aos materiais existentes dada a sua capacidade de absorver ou libertar energia térmica, a temperaturas ambientes, que os isolantes actuais não têm.

No Inverno, ao aquecer o ambiente acima dos 20°C, os PCM incorporados na massa de acabamento fundem, absorvendo energia. Quando a temperatura desce abaixo dos 20°C, os PCM libertam a energia que entretanto acumularam e solidificam. No Verão, quando as temperaturas sobem além dos 20°C, os PCM vão absorvendo energia que de outra forma estaria no ambiente, reduzindo assim a sua temperatura. Quando a temperatura ambiente desce, os PCM libertam a energia retida.

Os "Phase Change Materials", (PCM), utilizam-se dentro de microcápsulas. As microcápsulas são definidas como partículas esféricas cujo tamanho está compreendido entre os 0,020 mm e os 2000 mm, compostos de um coração constituído por uma substância activa, coberto por uma casca protectora dura de material polimérico. Pode afirmar-se que são microcontentores ou microembalagens em que a parede de protecção é usualmente um polímero orgânico, embora possa ser um polímero inorgânico ou mesmo um metal, que protege um ingrediente activo ou coração.

A introdução de PCM na percentagem de 25%, na massa de acabamento, diminui em 28% (pelo menos) a temperatura máxima verificada num espaço quente e aumenta em 6% (pelo menos) a temperatura mínima de um espaço frio. Estes valores são obtidos nos seus limites inferiores, pelo que serão provavelmente aumentados quando o PCM trabalhar em pleno".

José M. Monteiro (JAS, Braga),  
José B. Aguiar (U M, Guimarães),  
Luís M. Bragança, (U M, Guimarães),  
Jaime R. Gomes (U M, Guimarães)  
e Pedro Santos (Micrópolis, Braga)

### Referências

- [1] Arshady, R., *Microspheres, Microcapsules e Liposomes*, Volume 1, 1ª Edição, Londres, Citus Books, 1999.
- [2] Novais, F., *Resistências Mecânicas de Argamassas de Gesso com Incorporação de PCM* Projecto Individual, Departamento de Engº Civil Guimarães, Universidade do Minho, Julho de 2003.

[3] [www.rubitherm.com](http://www.rubitherm.com), 2005.01.14