



ENGENHARIA
.....

Contributos da nanotecnologia para os Nearly Zero Energy Buildings (NZEB)

A REFORMULAÇÃO DA DIRECTIVA RELATIVA AO DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS (EPBD), APROVADA EM 19 DE MAIO DE 2010 PELO PARLAMENTO E O CONSELHO EUROPEU, APONTA PARA 31 DE DEZEMBRO DE 2020 COMO A DATA A PARTIR DA QUAL TODOS OS NOVOS EDIFÍCIOS DEVERÃO ENQUADRAR-SE NO CONCEITO NZEB. O PRESENTE ARTIGO APRESENTA, NESSE CONTEXTO, ALGUNS CONTRIBUTOS DA NANOTECNOLOGIA PARA A META REFERIDA. DESCREVEM-SE OS ISOLAMENTOS TÉRMICOS DE ELEVADO DESEMPENHO, OS VIDROS DE BAIXA CONDUTIBILIDADE TÉRMICA E COM PROPRIEDADES ELECTROCRÓMICAS. ABORDA-SE AINDA O CASO DAS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS DE 3ª GERAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA RENOVÁVEL.

por **F. Pacheco Torgal**

Introdução

A crescente procura de energia a nível mundial é uma das principais causas para o desenvolvimento insustentável do nosso Planeta. Estima-se que até ao ano 2030, a procura de energia deva crescer aproximadamente 40%, atingindo 16.8 mil milhões tep. Parte do problema deve-se à subida do consumo de energia relacionado com o aumento da população mundial, mas também pelo facto de haver um aumento do número

de pessoas com acesso a electricidade, que em 2008 ascendiam a apenas 1,5 mil milhões. Para lá daquilo que o consumo de energia representa em termos do uso de reservas fósseis não renováveis, a face menos visível e com mais impacto ambiental do consumo de energia, tem a ver com as emissões de carbono, geradas durante a queima de carvão e gás para produção de electricidade nas centrais termoeléctricas. O sector residencial consome, ao longo de

“ THAILAND INTERNATIONAL CONSTRUCTION MACHINERY, EQUIPMENT AND TECHNOLOGY EXHIBITION 2012 ”



Your gateway into Southeast Asia's lucrative construction machinery & equipment markets

Featuring

- Construction Machinery
- Mining Machines
- Construction Equipment
- Building Material Machines
- Construction Vehicles
- Construction Technology & Services

**BOOK your stand today to reach out
to key decision makers and trade buyers at CONSTECH 2012!**

Reply Form

Please Complete this Fax Reply Form and fax to +66 (0) 2833 5127-9

BO-01

We are interested in :

- Sponsorship
 Exhibiting
 Visiting
 Receiving more information

Name (Mr/ Mrs/ Ms) _____

Company _____ Position _____

Address _____

City _____ Country _____ Postal Code _____

Phone _____ Fax _____

Email _____ Website _____

Tel: +66(0) 2833 5208 Fax: +66(0) 2833 5127-9

Email: sirapatk@impact.co.th

Organizer

Show Manager

Sponsors



todo o seu ciclo de vida, mais de 40% de toda a energia produzida, pelo que facilmente se percebe o elevado potencial de poupança energética deste subsector e o que isso pode representar em termos da redução de emissões de carbono. A reformulação da Directiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002 (EPBD), relativa ao desempenho energético dos edifícios aprovada em 19 de Maio de 2010 pelo Parlamento e o Conselho Europeu aponta para 31 de Dezembro de 2020 como a data limite a partir da qual todos os novos edifícios deverão respeitar o conceito NZEB, 31 de Dezembro de 2018 para os edifícios públicos. Esta definição engloba edifícios com um desempenho térmico correspondente às classes mais elevadas e em que a parcela de energia utilizada provém na sua maioria de fontes renováveis.

A meta referida é aplicável somente para os novos edifícios, já para os edifícios existentes não foram fixadas metas temporais, havendo somente a recomendação de cada país ter que ir reabilitando gradualmente o número de edifícios existentes transformando-os em NZEB. O presente artigo descreve neste contexto de que forma a nanotecnologia poderá contribuir para atingir a meta acima referida. Tenha-se presente que este é um tema inovador e vasto que o presente artigo abordará de forma resumida, tal pode perceber-se pelo facto do autor ser presentemente Editor Principal de um livro intitulado "Nanotechnology in eco-efficient construction" a publicar pela Woodhead Publishing com a estrutura que abaixo se apresenta:

1 - Introduction

2 - Photocatalytic based materials:
Concrete, mortars and plasters

3 - Photocatalytic based materials:
Paints

4 - Photocatalytic based materials:
Tiles and glasses

5 - Nanoengineered concrete

6 - Nanocomposite steel

7 - Nanoclay modified
asphalt mixtures

8 - Design process for nanomaterials

9 - Manufacturing of thin films
and nanostructured coatings

10 - Safety issues related
to nanomaterials

11 - Smart structures

12 - High performance thermal
insulators

13 - Nanogel windows

14 - Electrochromic windows

15 - Nanotechnology for domestic
water purification

16 - Third generation photovoltaic
cells

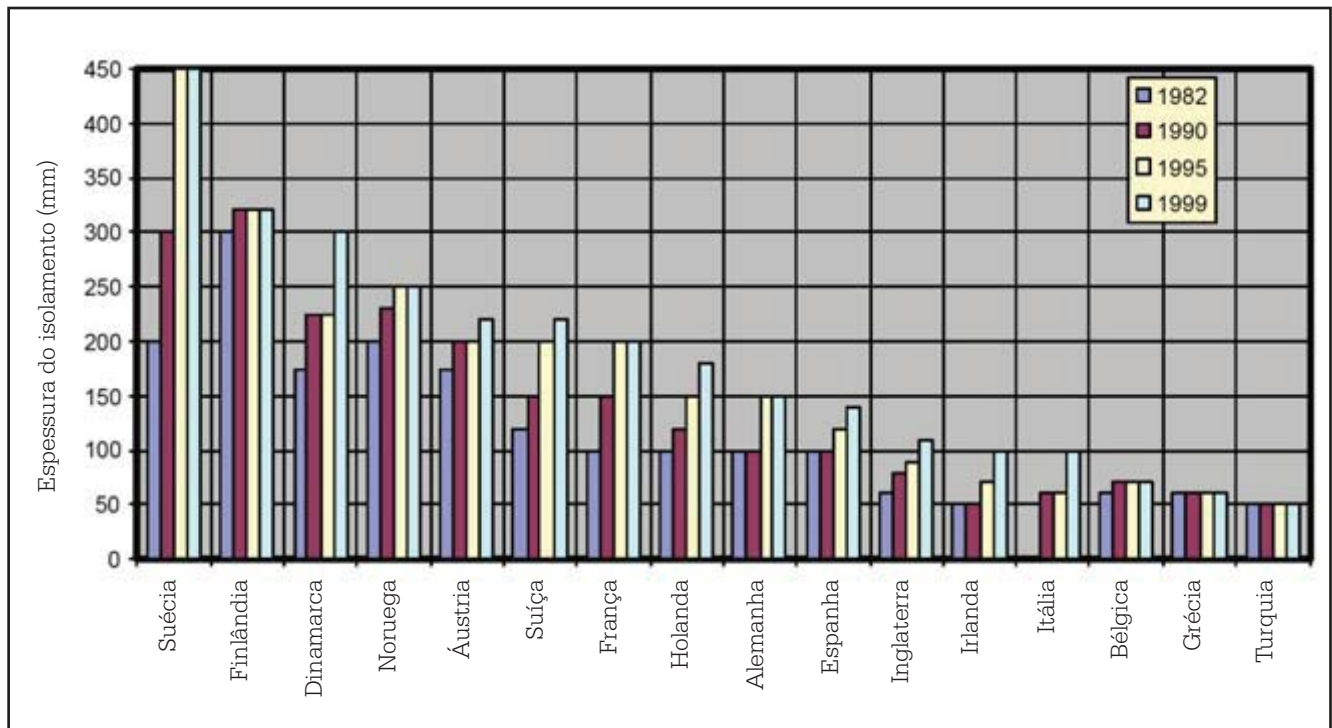
Isolamentos térmicos de elevado desempenho

A necessidade de reduzir gastos energéticos em edifícios, teve como consequência que as espessuras dos isolamentos térmicos, tenha crescido ao

longo dos anos, sendo que em alguns países do Norte da Europa esse valor mais do que duplicou (Figura 1).

Figura 1:

Evolução das espessuras dos isolamentos térmicos em coberturas [1]



A necessidade de isolamentos térmicos com maior desempenho e menor espessura, tornou-se assim um problema que a comunidade científica tentou solucionar de há alguns anos a esta parte. Num primeiro

momento, a solução passou pelo desenvolvimento de painéis contendo gases raros que permitiam reduções relevantes do isolamento térmico, contudo cedo se tornou evidente que o desempenho dos

mesmos era ultrapassado pelos painéis com vácuo, que apresentam uma capacidade de isolamento térmico que é quase 10 vezes superior à dos isolamentos térmicos correntes (Figura 2).

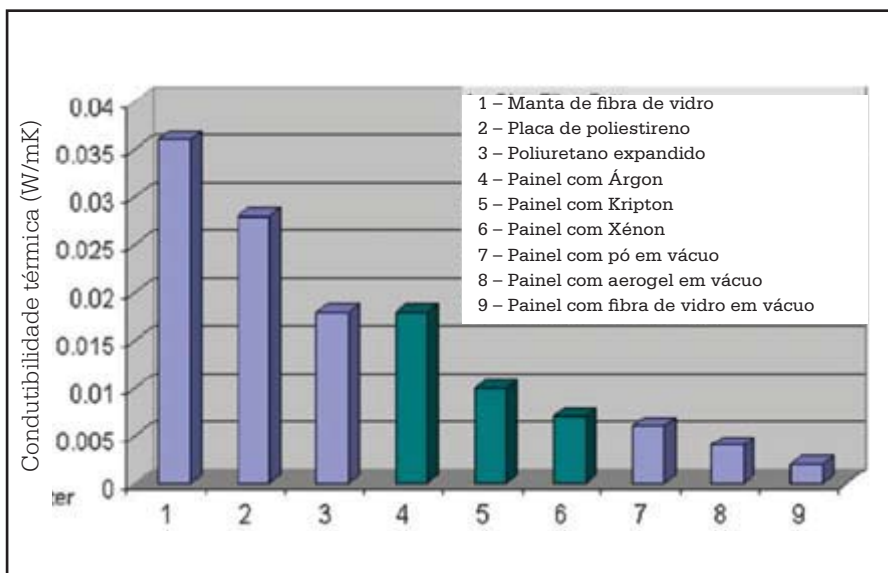


Figura 2:
 Comparação do desempenho térmico entre isolamentos correntes e isolamentos de elevado desempenho [2]

O aerogel representa um exemplo de um nanomaterial com elevado desempenho em termos de isolamento térmico. Também conhecido por “fumo sólido” (Figura 3) o aerogel é um material composto por gel de sílica, ao qual se extrai a quase totalidade da fase líquida até

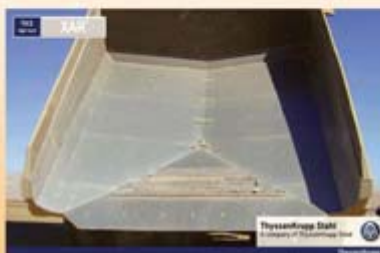
ficar uma percentagem quase residual de aprox. 1% sendo os restantes 99% apenas ar. Inicialmente desenvolvidos pela NASA para aplicações na indústria aeroespacial, estes materiais são actualmente comercializados como materiais de isolamento térmico para fins habitacionais

quer como mantas flexíveis ou placas rígidas. Este material possui ainda a vantagem adicional de ser incombustível, ao contrário dos isolamentos térmicos tradicionais (EPS, XPS e poliuretano) que emitem fumos tóxicos em caso de incêndio.



AÇOS ESPECIAIS

PARA MÚLTIPLAS APLICAÇÕES



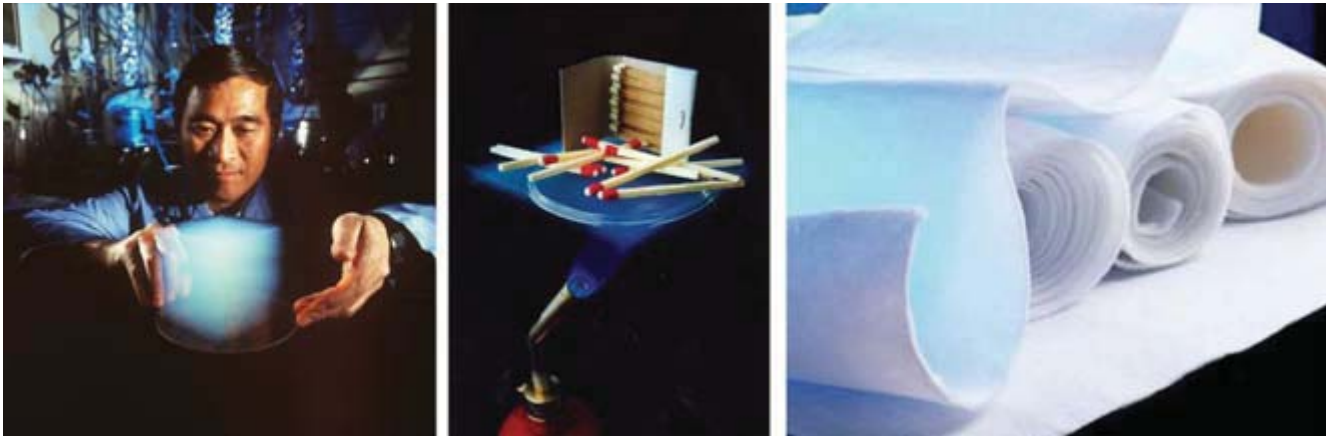


Figura 3:

À esquerda: amostra de aerogel desenvolvida para aplicações aeroespaciais; Ao centro: exemplo da incombustibilidade do aerogel; À direita: manta flexível para isolamento térmico em aerogel [3]

Janelas com vidros de baixa condutibilidade térmica e propriedades electrocrómicas

Devido à relativamente elevada condutibilidade do material vidro, as janelas continuam a ser zonas de elevadas perdas térmicas isto apesar das soluções comerciais terem vindo progressivamente a apresentar desempenhos melhorados. As janelas com vidros duplos comuns apresentam um $U=3 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ e as melhores soluções comerciais rondam $U=1.0 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$. Neste campo específico também a nanotecnologia veio trazer importantes benefícios pois já existem protótipos de janelas baseadas em aerogel com $U=0.5 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$. Além de apresentarem uma redução de massa substancial comparativamente às janelas de vidros tradicionais, nalguns casos quase dez vezes inferior

[4]. Investigações recentes apontam para a possibilidade de ser possível alterar a transmitância de um vidro, permitindo que este possa estar completamente transparente num momento e completamente opaco após a aplicação de um estímulo exterior. Esta propriedade é benéfica quando no Verão se pretende reduzir a quantidade de radiação solar no interior das habitações e assim as necessidades energéticas de arrefecimento. Estes materiais conhecidos por cromogénicos, são classificados de acordo com o tipo de estímulo responsável pela alteração das suas propriedades ópticas: eléctrico (electrocrómicos), térmico (termocrómicos), gasoso (gasocrómicos) ou fotónico

(fotocrómicos). O primeiro caso é o mais comum e diz respeito a vidros revestidos com um filme de óxido de tungsténio que muda de cor quando lhe é aplicada uma carga eléctrica de baixa voltagem de aprox. 5V DC. A oferta comercial de janelas com vidros electrocrómicos é já uma realidade em vários países (SAGE Electrochromics-EUA, Econrol Glas-Alemanha e Gesimat-Alemanha, ChromoGenics AB-Suécia, Saint Gobain Sekurit-Alemanha etc), contudo é expectável que nos próximos anos estes produtos possam vir a apresentar um desempenho mais elevado com um custo mais reduzido [5].

Células fotovoltaicas de 3ª geração

A energia solar que chega à superfície da Terra em cada ano é de aprox. 3 milhões exajoules EJ, um valor muito superior ao consumo mundial previsto para o ano 2050 de 1278 EJ. Significa isso que nessa altura apenas 0.04% da energia solar aproveitável será suficiente para satisfazer as necessidades energéticas anuais da nossa civilização. Em 1839 o físico Becquerel descobre o efeito fotovoltaico o qual permite passar da energia solar directamente para a energia eléctrica, contudo somente na década de 50 é que foi patenteada a primeira célula solar em silício. A crise petrolífera ocorrida na década de 70 constituiu-se como um factor de potenciação das investigações na tecnologia dos painéis fotovoltaicos. Como consequência

no início da década de 80 a potência instalada a nível mundial atingiu os 9MW, subindo para 350MW em 1996, para 2400MW em 2007 e para 40.000MW actualmente. Quase metade desta potência está instalada na Alemanha, o que equivale a um rácio de 195 MW/habitante. Portugal têm actualmente um rácio de 13 MW/habitante e têm como meta atingir um valor global 1500MW no ano 2020 o que corresponde a um rácio 150 MW/habitante. Um dos "estrangulamentos" da tecnologia fotovoltaica está na reduzida eficiência de conversão, que traduz o quociente entre a potência da luz solar incidente na célula e a potência eléctrica gerada. Quanto maior este parâmetro menor a área de painel fotovoltaico necessário para gerar uma determinada

potência eléctrica e menor o investimento inicial. A primeira patente de uma célula fotovoltaica tinha uma eficiência de 4.5% e muito embora desde essa altura a eficiência de conversão tenha vindo a subir de forma progressiva, ainda está apenas em 15-22% para células c-Si produzidas a nível industrial. A nanotecnologia poderá a curto prazo permitir um aumento substancial da eficiência de conversão pois algumas investigações utilizando "quantum dots" apontam para uma eficiência teórica de 63% [6]. No solar fotovoltaico o custo por unidade de energia produzida, baixou de forma muito substancial entre a década de 70 e o meio da década de 80 quando atingiu 10 dólares/Wp, mas nos últimos 20 anos a redução do preço foi menos substancial, encontrando-se

actualmente a rondar os 1,5 dólares/Wp. Compreende-se assim o motivo por que o forte crescimento do segmento solar fotovoltaico se ficou a dever a uma política de subsidiação da tarifa associada (feed-in tariff), tema que têm encontrado fortes resistências no actual contexto de crise económica mundial. As células fotovoltaicas de 3ª geração irão assim contribuir para uma redução do custo por unidade de energia produzida [7] abaixo de 1,0 dólar/Wp permitindo dispensar as tarifas subsidiadas e levando assim a um crescimento ainda mais acentuado desta tecnologia e reduzindo assim as necessidades energéticas do parque edificado para níveis quase nulos.

REFERÊNCIAS

- [1] Papadopoulos, A. (2005) State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments. Energy and Buildings, Vol.37, pp.77-86.
[2] Baetens, R.; Jelle, B.; Thue, J.; Tenpierik, M.; Grynning, S.; Uvsløkk, S.; Gustavsen,

- A. (2010) Vacuum insulation panels for building applications: A review and beyond. Energy and Buildings, Vol.42, pp.147-172.
[3] Jelle, B. (2011) Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions – Properties, requirements and possibilities. Energy and Building Vol.43, pp.2549-2563.
[4] Schultz, J.; Jensen, K.; Kristiansen, F. (2005) Super insulating aerogel glazing. Solar Energy Materials & Solar Cells Vol.89, pp.275-285.
[5] Baetens, R.; Jelle, B.; Gustavsen, A. (2010) Properties, requirements and possibilities of smart windows for dynamic daylight and solar energy control in buildings: A state-of-the-art review. Solar Energy Materials & Solar Cells Vol.94, pp.87-105.
[6] Razykov, T.; Ferekides, C.; Morel, D.; Stefanakos, E.; Ullal, H.; Upadhyaya, H. (2011) Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects. Solar Energy Vol.85, pp.1580-1608.
[7] El Chaar, L.; Lamont, L.; El Zein, N. (2011) Review of photovoltaic technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol.15, pp.2165-2175.

AUTOR



F. Pacheco Torgal

✉torgal@civil.uminho.pt

Engenheiro Civil Sénior, investigador do Grupo de Construção Sustentável da Unidade C-TAC da Universidade do Minho. Autor e co-autor de 170 publicações em revistas e conferências, onde se incluem 40 artigos em revistas internacionais, sendo 27 daqueles listados no ISI-SCI com 170 citações, o que corresponde a um índice h=8.

anfer
METALÚRGICA ANTÓNIO FERNANDES, LDA.
Rua Prof. Dr. Joaquim Fontes, 16 - ARUIL
2715-406 ALMARGEM DO BISPO
Tel.: 21 962 81 90 - Fax: 21 962 81 97
e-mail: met.anfer@anfer.pt - www.anfer.pt

EFICIÊNCIA POR SOLUÇÕES INTELIGENTES

Instalações de Britagem Completas (Fixas e Móveis)

Britadores - Crivos - Moinhos de Martelos
Impactores - Tapetes Transportadores
Alimentadores - Soldaduras - Sobressalentes
Projectos e Capacidade de Resposta Imediata
Estruturas Metálicas de todos os tipos - Contenção de Fachadas
Licenciamento e Projecto de Pedreiras