

MAQUINARIA

30 ANOS • 30 YEARS

Edição nº 228 • Fevereiro 2013 • € 3,50



Curiosity Mars Rover

Controlo remoto a mais de 560 milhões de km

Autogruas e Gruas Torre

Manitowoc Cranes reserva sete lançamentos para Munique

A REPORTS

Expansão Global da ARCEN Engenharia, S.A.

B MUNDO EM CONSTRUÇÃO

Projectos, Iniciativas e Mercados

C MÁQUINAS

Lançamentos, Tecnologia e Inovação

D EMPRESAS E NEGÓCIOS

Elevadores ALHER / Mundimáquinas em Angola

Sauer-Danfoss nomeia Movicontrol S.A.

Peninsular adquire a designação Gebomsa

E ENGENHARIA

Gás Radão: um perigoso contaminante do ar no interior das habitações, por F. Pacheco Torgal



ARCEN ENGENHARIA, S.A. CENTRAL DE BRITAGEM E CRIVAGEM INSTALADA NA TUNÍSIA

Crushing and Screening Plant installed in Tunisia

Artigo na página 8

www.arcen.com





ENGENHARIA
.....

Gás radão: um perigoso contaminante do ar no interior das habitações

As preocupações com a qualidade do ar no interior das habitações e de que forma esta pode repercutir-se na saúde das pessoas constitui uma temática que suscita cada vez mais interesse. O caso do gás radão embora conhecido há já algumas décadas continua ainda a ser encarado por muitos como um tema bizarro mas sem implicações graves na qualidade do ar. Aliás os próprios cursos de Arquitectura e Engenharia Civil em Portugal (e noutros países) são completamente omissos sobre este tema. Abordando investigações recentes sobre o gás radão o presente artigo pretende alertar para a elevada perigosidade deste gás enquanto agente contaminante da qualidade do ar no interior das habitações.

Por F. Pacheco Torgal

Investigador da Unidade C-TAC, Grupo de Construção Sustentável, Universidade do Minho

Introdução

O gás radão (^{222}Rn) é um gás de origem natural, radioactivo, cujos átomos se desintegram originando outros elementos também radioactivos. Este gás é inodoro, incolor e insípido e logo não detectável pelos nossos sentidos. O radão é proveniente de solos e de rochas, registando-se as concentrações mais elevadas em zonas de rochas graníticas. Também os materiais de construção e os revestimentos decorativos contribuem para o aumento da concentração daquele gás no interior das habitações embora numa

percentagem bastante menor. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) o radão constitui a segunda causa de falecimento por cancro de pulmão [1]. Investigações recentes realizadas em Portugal comprovam que entre 8514 mortes devido ao cancro quase 28% são causadas pela exposição ao radão [2]. Além disso como o radão é bastante mais denso que o ar isso tem como consequência que as crianças respirarão uma quantidade mais elevada e logo constituem um grupo de risco [3]. Também os fumadores constituem um grupo de risco devido ao efeito

sinérgico deste hábito e do gás radão para qualquer nível de concentração deste [4]. No passado considerou-se que somente as concentrações de radão no interior dos edifícios acima de 400 Bq/m^3 (em que 1 Bq corresponde a uma desintegração nuclear por segundo), poderiam ser motivo para preocupação, contudo estudos recentes parecem indicar que esse limite está longe de se poder considerar um parâmetro de segurança. A OMS recomendou em 2009 um valor bastante mais baixo, não deixando no entanto de referir que não existe nenhuma

O seu parceiro na nuvem

Your cloud computing partner



Sempre que a missão for crítica, a T3K é o parceiro ideal

A T3K desenvolve todo o tipo de soluções de computação e é especialista em áreas como a Gestão de Meios, Gestão de Tempo e Acessos, Gestão de Competências, Avaliação de Desempenho e Recursos Humanos em geral. **Sempre que a missão for crítica, a T3K é o parceiro ideal!**

A T3K e os seus parceiros estratégicos fornecem serviços de: Desenvolvimento e Manutenção de Soluções; Consultoria Técnica Especializada; Auditoria, Gestão de Projetos e Análise.

As soluções desenvolvidas e mantidas pela T3K são responsáveis pelo processamento mensal de dezenas de milhares de dados críticos para as organizações onde estão implementadas e são, na maior parte dos casos, um dos pilares fundamentais para a sustentação dos seus negócios.



www.t3k.pt

Take your *business* to the clouds



T3K

Innovation & Software Solutions

concentração que possa considerar-se de risco nulo. A tabela 1 compara os limites existentes e propostos por esta

instituição, a International Commission on Radiological Protection (ICRP) e a UE.

Instituição	Existente		Novo ou próximo	
	Habitações	Locais de Trabalho	Habitações	Locais de Trabalho
ICRP	≤600	≤1500	≤300	
OMS	250		100	
UE	400	≤1000	≤300	≤300

Tabela 1:

Síntese dos limites para a concentração do radão expressos em (Bq/m³)

Outros estudos [5] apontam para riscos para a saúde mesmo para concentrações abaixo de 200 Bq/m³. Dinua *et al.* [6] estudaram 90 habitações em Espanha onde a concentração máxima de radão era 366 Bq/m³, referindo que nessa zona havia um número excessivamente elevado de falecimentos por cancro. Uma análise recente de 506 escolas na Itália concluiu que 7% delas apresentaram concentrações de radão acima de

500 Bq/m³ [7]. A Figura 1 apresenta resultados da concentração média de radão em 21 países europeus, baseados em 800.000 análises em quartos de habitações, o que corresponde a 1800 unidades espaciais de 10 km×10 km. É possível constatar que alguns países como por exemplo a Inglaterra apresentam um levantamento muito completo o mesmo não sucedendo noutros como por exemplo a Espanha.

Contudo por estranho que possa parecer a opinião pública ainda não está devidamente informada sobre os riscos para a saúde provocados pelo radão e nalguns países onde foram levadas a cabo campanhas de divulgação uma maioria expressiva da população continuava a achar que esses riscos não são de molde a causar preocupação. Em Portugal os próprios técnicos superiores de Arquitectura e Engenharia Civil cuja

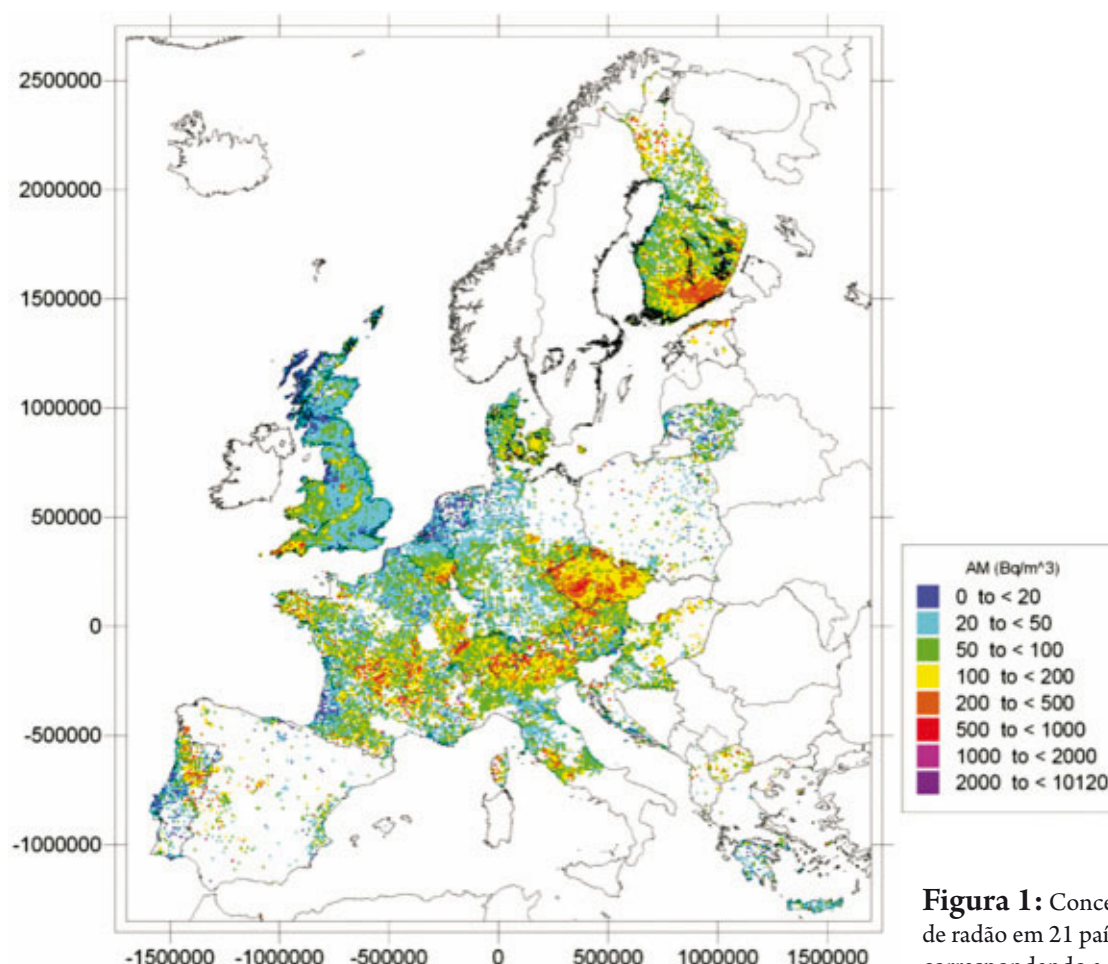


Figura 1: Concentração média de radão em 21 países europeus correspondendo a 1800 unidades espaciais de 10 km×10 km [8]

área de actuação respeita ao ambiente construído não recebem qualquer tipo de formação a este respeito o que é revelador da importância que o tema do radão merece em termos institucionais. Muito pouca.

Radão proveniente do solo

Atendendo à elevada quantidade de rochas graníticas existentes em Portugal isso significa que o radão se apresenta no nosso país como um problema de risco elevado. Os distritos mais críticos são Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu, Castelo Branco e Portalegre. Em 2001 a DECO publicou um estudo levado a cabo em 212 casas localizadas nos Distritos de Aveiro, Guarda e Braga, concluindo que embora 2/3 das medições tenham ficado abaixo de 200 (Bq/m³), 22% dos casos excederam o limite 200 (Bq/m³) e 17% estavam mesmo acima de 400 (Bq/m³) (Figura 2a). Os referidos estudos não permitem contudo destrinçar qual a parte que diz respeito aos materiais de construção e qual a parte correspondente ao radão proveniente do solo, já que como é evidente nas zonas de

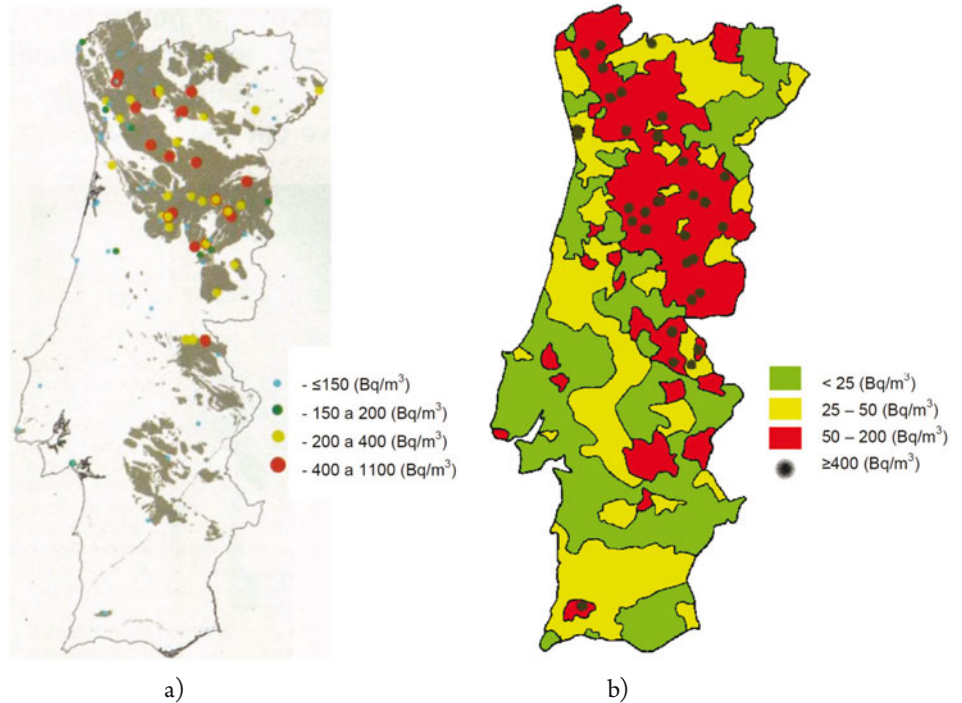


Figura 2:

Radioactividade no interior de habitações devida ao radão:
a) Estudo da DECO; B) Estudo do ITN

Um novo sistema para produzir e distribuir betões

Equipamento móvel, com uma concepção fortemente inovadora, que permite o transporte de todos os componentes para o fabrico de betão: inertes, cimento, água, aditivos químicos separados em contentores, produzindo as composições de modo proporcional, contínuo e segundo os parâmetros definidos.



BLEND | impianti mobili per la miscelazione di conglomerati a freddo

Via Golgi, 5/7 - 25064 Gussago (BS) - Italy
Tel. +39 030318390 / Fax +39 030315579

www.blendplants.com • info@blendplants.com

elevados afloramentos graníticos, muitas casas foram erigidas aproveitando esta matéria-prima, quer ao nível de alvenarias quer também como revestimento de pisos. Em Portugal a vigilância radiológica é uma das obrigações legais do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), pelo que regularmente aquela instituição procede a medições da radiação gama ambiental, bem como de amostras de águas, sedimentos e peixes.

Em Setembro de 2005 (Figura 2b), aquela instituição deu conta que estudos já efectuados em 4200 habitações, permitiam concluir que 60% das concentrações de radão se situavam abaixo de 50 (Bq/m³) e somente 2,6% das habitações apresentavam concentrações acima de 400 (Bq/m³). Tendo em conta que as zonas de risco, com concentrações mais elevadas de radão são zonas geologicamente associadas a rochas graníticas, não é de admirar que um estudo conduzido em todo o território nacional, como aquele levado a cabo pelo ITN apresente valores de perigosidade residual. Investigações recentes [9] efectuadas no distrito de Vila Real salientam que o elevado teor de urânio dos granitos daquela zona leva a que o ar no interior das habitações possa conter uma concentração de radão acima de 400 (Bq/m³), o que justifica a classificação daquela zona como de risco médio a elevado. Alguns países como é por exemplo o caso da Inglaterra desde a década de 90 que tem vindo a actuar nas habitações com concentrações de radão acima de 200 (Bq/m³) financiando obras



Figura 3:
Feltro betuminoso colocado antes da betonagem da laje térrea [12]

de reabilitação com vista à redução da concentração daquele gás. Análises de custo benefício realizadas naquele país mostram que dependendo da concentração do radão podem existir vantagens económicas entre financiar medidas preventivas que possam evitar o aparecimento de cancro ou financiar à posteriori o tratamento médico da enfermidade que lhe está associada [10,11]. Aliás desde 2009 que a OMS defende que todas as habitações com uma

concentração de radão acima de 200 (Bq/m³) deveriam ser objecto de medidas de reabilitação. Em Portugal não existem elevadas preocupações com o problema do radão e é possível construir uma habitação em zonas de risco elevado, sem que ao nível de projecto seja obrigatório prever medidas de mitigação desse mesmo risco. Por outro lado seria difícil exigir tais medidas já que os próprios cursos de Arquitectura e Engenharia Civil no nosso país (e noutros) se pautam por uma estranha omissão nesta matéria.

Medidas de redução da concentração de radão

As medidas para mitigação deste problema no interior das habitações passam por impermeabilizar o solo que contacta com a base da habitação com recurso a membranas de borracha, telas ou feltros betuminosos. A Figura 3 apresenta um pormenor de impermeabilização com recurso a feltro betuminoso colocado antes da betonagem da laje térrea.

Alguns autores recomendam a escolha de materiais de impermeabilização de elevada durabilidade, resistentes a ataques microbiológicos e químicos, capazes de manter um elevado desempenho mesmo a baixas temperaturas [13]. Investigações mais recentes alertam para a existência de quase duas dezenas de métodos diferentes utilizados na medição do coeficiente de difusão do radão de materiais impermeabilizantes o que pode dificultar a comparação entre diferentes materiais

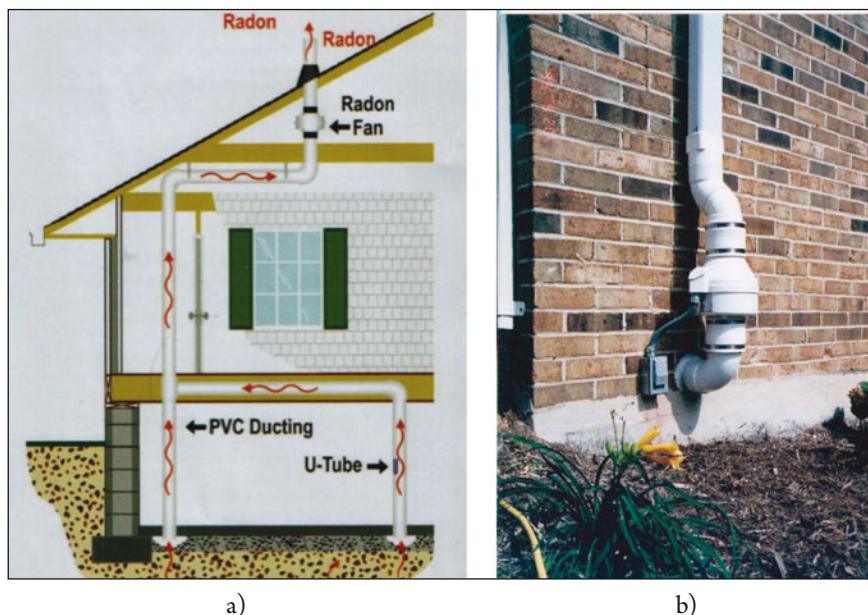


Figura 4:
Despressurização activa:
a) pelo interior; b) pelo exterior

e logo a escolha do mais adequado [14]. Acção de impermeabilização do solo deve ser complementada com a despressurização (passiva ou activa) do mesmo. A despressurização activa recorre à extracção mecânica do ar abaixo da habitação pelo interior (Figura 4a) ou pelo exterior (Figura 4b) que é muito mais eficaz que a despressurização passiva. Esta última tem no entanto a vantagem de ser mais económica que a primeira. Assegurar um caudal de ventilação mínimo no interior das habitações é também uma forma de reduzir a concentração do radão no interior das habitações. A Figura 5 apresenta uma acentuada redução da concentração de radão com o aumento da taxa horária de renovação de ar (RPH).

Tenha-se presente que em Portugal apesar do valor mínimo de ventilação ser de 0,6 RPH há muitas habitações com uma taxa RPH de apenas 0,2 o que se fica a dever a uma tentativa de minimizar os gastos com aquecimento. Não basta por isso aconselhar ou mesmo plasmar na lei taxas de ventilação mínimas, tornando-se necessário esclarecer a opinião pública sobre a importância de uma adequada ventilação para dessa forma não se gastar em saúde aquilo que eventualmente se possa poupar em termos de aquecimento. Além disso também a temperatura e o nível de humidade relativa (HR) do ar no interior das habitações podem ser ajustados por forma a reduzir a concentração de radão, sem perda de condições de conforto. As Figuras 6 e 7 obtidas a partir do estudo de uma habitação isolada de piso térreo mostram que os valores mínimos da concentração daquele gás ocorrem para temperaturas entre 20-22 °C e humidades relativas entre 50-60%.

Quando a temperatura aumenta também aumenta a convecção associada ao mecanismo de transporte do radão. Já no que respeita ao efeito da humidade relativa como a difusão do radão na água é muito menor do que a difusão no ar quando a humidade relativa aumenta até perto dos 65% isso leva a uma diminuição da difusão do radão. Se no entanto a humidade relativa subir acima de 70% isso leva a um aumento da densidade do ar e o radão não consegue ascender o que leva a que a concentração deste gás aumente. Por último importa ter presente que como a concentração de radão decresce com o aumento da distância ao solo [16] isso significa que uma forma de mitigação das consequências provocadas por este gás pode passar pela redução do tempo gasto pelos ocupantes

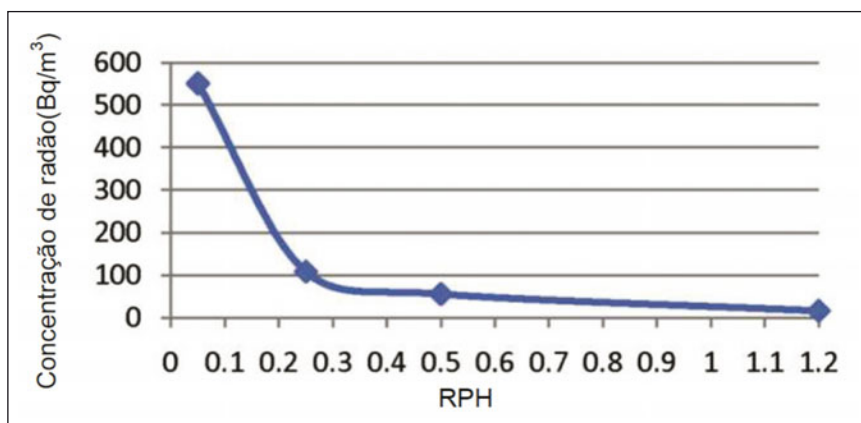


Figura 5:
Evolução da concentração de radão em função da taxa RPH [15]

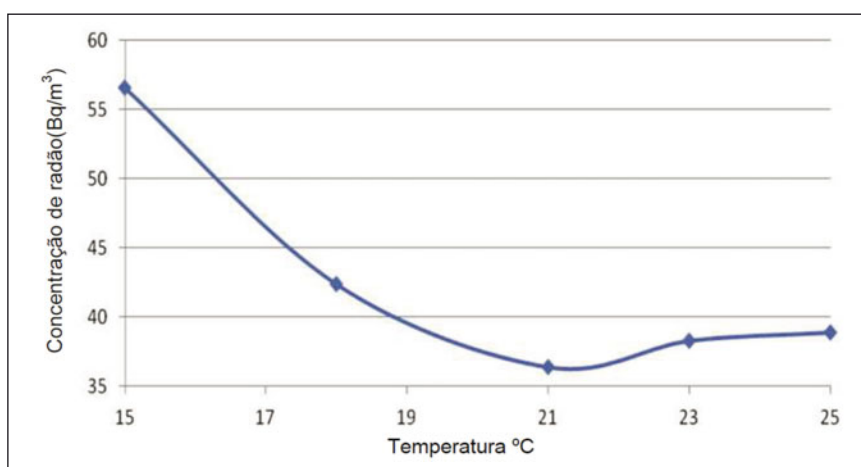


Figura 6:
Evolução da concentração de radão com a temperatura do ar [15]

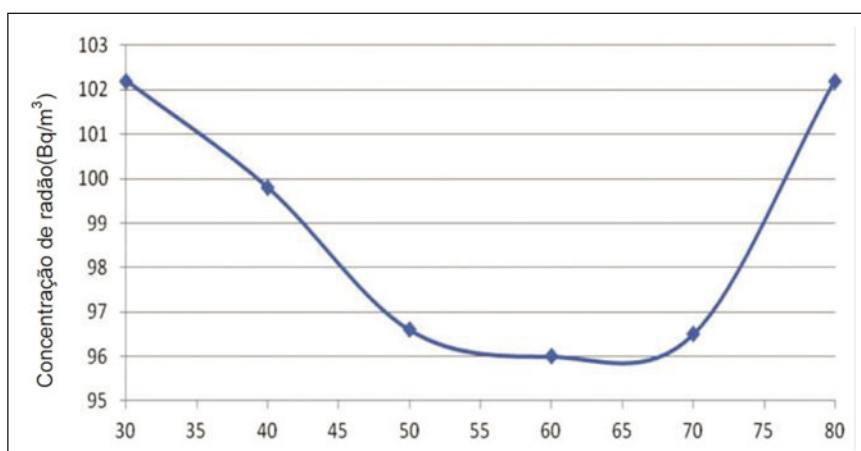


Figura 7:
Evolução da concentração de radão com a HR [15]

da habitação no piso térreo. Assim sendo nas habitações localizadas em zonas de risco que tenham dois pisos é aconselhável que os quartos fiquem localizados no 1º andar.

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 mais de 220 publicações em revistas e conferências, onde se incluem 55 publicações referenciadas na ISI Web of Knowledge, a principal base de dados científica a nível mundial. 35 artigos foram publicados em revistas ISI-A1.

<http://www.degois.pt/visualizador/curriculum.jsp?key=1300794898489491>

REFERÊNCIAS

- [1] WHO (2009) WHO hand book on indoor radon: a public health perspective, World Health Organization, Geneva 27, Switzerland.
- [2] Veloso B, Nogueira J, Cardoso M (2012) Lung cancer and indoor radon exposure in the north of Portugal - An ecological study. *Cancer Epidemiology* 36, e26-e32
- [3] Bräuner E, Andersen C, Sorensen M, Andersen Z, Gravesen P, Lind M, Ulbak K, Hertel O, et al. (2012) Residential radon and lung cancer incidence in a Danish cohort. *Environmental Research* 118, 130–136.
- [4] Barros-Dios J, Ruano-Ravina A, Pérez-Ríos M, Castro-Bernárdez M, Abal-Arca J, Tojo-Castro M (2012) Residential radon exposure, histologic types, and lung cancer risk. A case - control study in Galicia, Spain. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention* 21, 951-958.
- [6] Krewski, D.; Lubin, J.; Zielinski, J.; Alavanja, M.; Catalan, V.; Field, R.; Klotz, J.; Létourneau, E.; Lynch, C.; Lyon, J.; Sandler, D.; Schoenberg, J.; Steck, D.; Stolwijk, J.; Weinberg, C.; Wilcox, H. (2006) A combined analysis of North American case-control studies of residential radon and lung cancer. *J. Toxicol. Environ. Health A* 69, pp.533-597.
- [5] Dinua, A.; Cosma, C.; Sainz, C.; Poncelab, L.; Vasiliniuc, S. (2009) Lung cancer attributable to indoor radon exposures in two radon - Prone Areas, Ştei (Romania) and Torrelodones (Spain). *Physics Conference, TIM-08; Timisoara, Romania, AIP Conference Proceedings* 1131, pp.175-180
- [7] Trevisi R, Leonardi F, Simeoni C, Tonnarini S, Veschetti M (2012) Indoor radon levels in schools of South-East Italy. *Journal of Environmental Radioactivity* 112, 160-164.
- De Cort, M.; Gruber, V.; Tollefsen, T.; Bossew, P.; Janssens, A. (2011) Towards a european atlas of natural radiation: Goal, status and future perspectives. *Radioprotection*, vol. 46, S737–S743.
- [9] Gomes, M.E.P., Neves, L.J.P.F., Coelho, F., Carvalho, A., Sousa, M., Pereira, A.J.S.C. (2011) Geochemistry of granites and meta-sediments of the urban area of Vila Real (northern Portugal) and correlative radon risk. *Environmental Earth Sciences* 64, pp. 497-502
- [10] Coskeran T, Denman A, Phillips P, Gillmore G (2002) A critical comparison of the cost-effectiveness of domestic radon remediation programmes in three counties of England. *Journal of Environmental Radioactivity* 62, 129–144.
- [11] Coskeran T, Denman A, Phillips P, Tornberg R (2009) A critical evaluation of the cost-effectiveness of radon protection methods in new homes in a radon Affected Area of England. *Environment International* 35, 943–951
- [12] Arvela H, Bergman J, Yrjölä R, Kurnitski J, Matilainen M, Järvinen P (2005) Developments in radon-safe building in Finland. *Radioactivity in the Environment* 7, 618-623
- [13] Jiranek, M.; Hulka, J. (2001) Applicability of various insulating materials for radon barriers. *The Science of the Total Environment* 272, 79-84.
- [14] Rovenska, K.; Jiranek, M. (2012) Radon diffusion coefficient measurement in water-proofings – A review of methods and an analysis of differences in results. *Applied Radiation and Isotopes* 70, 802–807.
- [15] Akbari K, Mahmoudi J, Ghanbari M (2013) Influence of indoor air conditions on radon concentration in a detached house. *Journal of Environmental Radioactivity* 116, 166-173
- [16] Trevisi R, Leonardi F, Simeoni C, Tonnarini S, Veschetti M (2012) Indoor radon levels in schools of South-East Italy. *Journal of Environmental Radioactivity* 112, 160-164

A SUSTENTABILIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO



A referida obra é composta por 460 páginas e assenta numa extensa revisão da literatura científica e técnica nas diferentes vertentes da sustentabilidade dos materiais de construção, num total de mais de 1000 referências bibliográficas, na sua maioria artigos em revistas científicas internacionais, sendo a mesma constituída pelos seguintes capítulos:

A Sustentabilidade dos Materiais de Construção tem como autores o Eng.º F. Pacheco Torgal, Doutor em Engenharia Civil e investigador da Unidade C-TAC da Universidade do Minho (Portugal) e o Eng.º Said Jalali, Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil da mesma Universidade (Aposentado).

A iniciativa em causa insere-se na prossecução das metas fixadas pela União Europeia no sentido da redução do consumo de energia e da diminuição de resíduos para o parque edificado, nomeadamente:

- A médio prazo reconversão de 30% do parque edificado com:
 - Redução de 50% da energia;
 - Redução de 30% das matérias-primas;
 - Redução de 40% dos resíduos;
 - Materiais de construção 100% recicláveis;
 - Resíduos de construção demolição aproveitados integralmente.
- Até ao ano 2050:
 - Construção de edifícios novos sem CO₂;
 - Parque edificado até 2005 reconvertido, com redução de 50% de consumo de energia e 75% das emissões de CO₂.

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Toxicidade dos materiais de construção
- Capítulo 3 – Materiais e energia
- Capítulo 4 – Resíduos de construção e demolição
- Capítulo 5 – Agregados, ligantes e betões
- Capítulo 6 – Unidades para alvenarias
- Capítulo 7 – Materiais compósitos com fibras vegetais
- Capítulo 8 – Sustentabilidade da construção em terra
- Capítulo 9 – Patologia e durabilidade de materiais
- Capítulo 10 – Nanotecnologia e sustentabilidade dos materiais
- Capítulo 11 – Selecção de materiais de construção eco-eficientes

O livro "A Sustentabilidade dos Materiais de Construção" foi patrocinado pelas seguintes entidades e empresas: IHRU, INCI, Stap, VIROC, EDM, ANIPB, Lafarge Betões e APEB. O mesmo está já a ser comercializado sendo que os possíveis interessados na sua aquisição poderão solicitar mais informações para o mail: torgal@civil.uminho.pt.