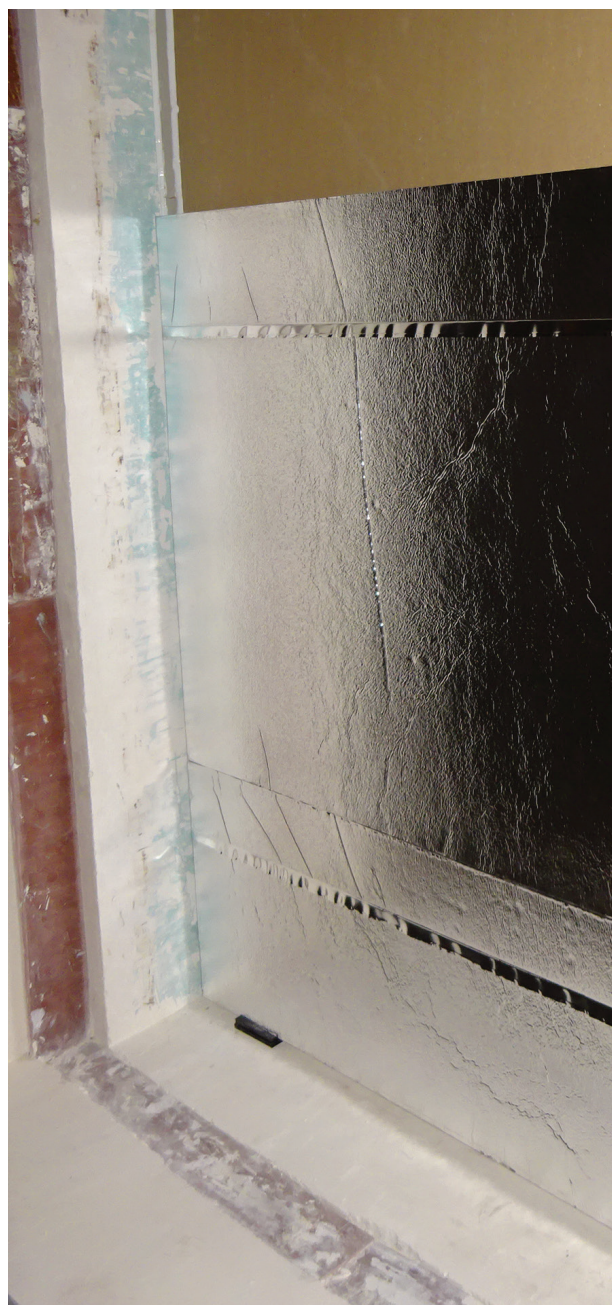


# A aplicação de painéis de vácuo em paredes leves – desempenho acústico

Com vista a cumprir com os requisitos de eficiência energética nos edifícios, os painéis de isolamento a vácuo levantam cada vez mais interesse na construção e reabilitação.



Os painéis de isolamento a vácuo (VIP - *Vacuum Insulation Panel*) constituem um sistema de isolamento térmico de alto desempenho, uma vez que apresentam valores de condutibilidade térmica muito baixos, quando comparados com os de materiais de isolamento térmico tradicionais, o que permite obter desempenhos térmicos excelentes com espessuras reduzidas. Apesar do seu custo inicial elevado, o crescente interesse na utilização destes painéis na construção de edifícios deve-se às exigências cada vez maiores colocadas à eficiência energética dos edifícios.

Os painéis VIP consistem num núcleo poroso envolvido por um invólucro estanque ao ar e ao vapor, submetido a vácuo e selado. Os materiais do núcleo podem ser: sílica pirogénica, aerogel, espuma de poliuretano, fibra de vidro, perlite expandida e outros materiais porosos.

Uma das maiores limitações, que condiciona o seu desempenho térmico, é a perda do vácuo do painel, o que inviabiliza, por exemplo, o seu corte em obra. A suscetibilidade de se danificarem, durante o transporte e a instalação, gera alguns desafios relativamente à forma como devem ser comercializados e ao tipo de soluções construtivas em que podem ser incluídos [1,2]. Adicionalmente, o tipo de construções, leve ou pesada, pode condicionar a maneira de aplicar os painéis VIP nos edifícios. Algumas das aplicações destes painéis foram executadas na reabilitação de edifícios, devido à vantagem de ocuparem pouco espaço. Na construção de edifícios novos, podem ser aplicados em paredes, pavimentos e coberturas [1,2,3].

## COMPORTAMENTO ACÚSTICO DOS PAINÉIS VIP

A aplicação de painéis VIP nos edifícios não pode ser analisada apenas do ponto de vista térmico pois as suas características afetam também o desempenho acústico dos elementos construtivos onde são integrados. O som não se propaga no vácuo, mas existe propagação de som em meios que são parcialmente submetidos a vácuo. Apesar de existirem já variados estudos relativos ao desempenho térmico de painéis VIP, o mesmo não acontece relativamente ao seu desempenho acústico. Os estudos são escassos e pouco diversificados, o que limita o conhecimento das

suas propriedades acústicas e dificulta a generalização de comportamentos obtidos em estudos específicos. Com a aplicação do vácuo, o ar é retirado da estrutura porosa, mas o material sólido do esqueleto mantém-se, existindo contacto entre as várias partículas, o que permite a propagação do som. O isolamento sonoro a sons de condução aérea, conferido por um painel VIP, por si só, é bastante baixo devido à escassa massa associada à reduzida espessura. O índice de redução sonora estimado pela lei da massa, para dife-

rentes materiais do núcleo, pode variar entre 19 a 26 dB, tendo sido validado por ensaios onde se obtiveram valores entre 18 e 29 dB [4]. Uma das maneiras de incrementar o isolamento sonoro destes painéis é integrá-los em painéis sanduíche, aumentando a massa superficial. A aplicação de um painel VIP de 2 cm de espessura revestido por duas chapas de Trespa® de 3 mm de espessura, conduz a um valor de  $R_w = 27$  dB [5]. A utilização de camadas de desacoplamento resilientes entre as peles do painel sanduíche e o VIP podem aumentar o isolamento sonoro a sons aéreos.



**ORDUÑA**  
Suministros Fotovoltaicos

**DISTRIBUIDOR DE MATERIAL FOTOVOLTAICO DAS  
PRINCIPAIS MARCAS PARA PROFISSIONAIS**



**PROPONDO AS SOLUÇÕES FOTOVOLTAICAS A CADA NECESSIDADE DO SEU CLIENTE**

SUMINISTROS ORDUÑA, S.L.

+34 925 105 155

info@suministrosorduna.com

www.suministrosorduna.com/pt

Verifica-se que a solução com EPS apresenta um desempenho superior, com um índice de redução sonora de 35 dB face aos 32 dB conseguidos com a solução com painéis VIP. De qualquer forma, nenhuma destas soluções se aproxima de uma solução comum de parede de gesso cartonado com lã mineral de 50 mm de espessura no interior da caixa de ar, que ensaiada em tamanho normalizado conduz a um índice de redução sonora de cerca de 39 dB.

Um painel VIP de 11 mm revestido por duas chapas de alumínio de 2 mm, incluindo uma camada de borracha de 1 mm de espessura entre a chapa de alumínio e o painel VIP, apresenta um índice de redução sonora de 29 a 32 dB [4]. Valores significativamente mais elevados (entre 39 e 43 dB) foram conseguidos com painéis de fachada constituídos por painéis VIP de 18 a 20 mm de espessura colocados numa caixa formada por duas faces (de 6 ou 8 mm de vidro e/ou 2 ou 3 mm de metal leve) e um perfil de bordo [6].

A absorção sonora dos painéis VIP é bastante baixa devido ao invólucro que protege o material poroso. Assim, é previsível que a aplicação de painéis VIP aplicados na caixa de ar de uma parede pesada não melhore o desempenho acústico da parede. O coeficiente de absorção sonora máximo em painéis VIP com o núcleo em sílica pirogénica, de 20 mm de espessura, está limitado a um valor de 0.3 [7].

A redução dos sons de percussão, através da aplicação de painéis VIP num sistema com pavimento radiante, foi avaliada através da determinação da rigidez dinâmica dos painéis, tendo-se obtido pior desempenho do que o obtido com placas de fibra de vidro, mas melhor do que o obtido com placas de lã de rocha [7].

Uma forma de aplicar os painéis VIP poderá ser revesti-los com placas de gesso cartonado, usadas frequentemente em construções leves. Contudo, os pormenores construtivos, como, por exemplo, a ligação entre os vários painéis VIP e a ligação entre estes e as placas de gesso, podem influenciar o comportamento acústico desta solução construtiva. O presente artigo apresenta um conjunto de resultados de ensaios laboratoriais realizados para caracterizar o isolamento sonoro a sons de condução aérea de painéis VIP revestidos por placas de gesso cartonado.

## CARACTERIZAÇÃO LABORATORIAL - ISOLAMENTO SONORO A SONS AÉREOS

### Metodologia de ensaio

O ensaio de laboratório para a determinação do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea  $R_{wv}$  foi realizado seguindo o procedimento indicado nas normas ISO 10140-1 [8]; ISO 10140-2 [9]; ISO 10140-4 [10], ISO 10140-5 [11] e ISO 717-1:2013 [12], numa abertura de pequenas dimensões. Uma vez que estes ensaios fizeram

parte de um estudo específico realizado num projeto de investigação e desenvolvimento, cujo objetivo principal era comparar o desempenho acústico de soluções e não obter um valor absoluto para o isolamento a sons aéreos, construíram-se provetes de dimensões (1.25 m x 1.50 m), que foram instalados numa parede pesada de enchimento com elevado isolamento a sons aéreos.

O equipamento usado nos ensaios é constituído pelas câmaras acústicas horizontais Itecons (emissora: forma cúbica com 5,65 m de aresta e paredes em betão armado com cerca de 25 cm de espessura; e recetora: forma cúbica com 5,85 m de aresta e paredes duplas de betão armado e alvenaria com cerca de 50 cm de espessura); Sistema de aquisição multicanalizador Pulse, modelo 3560-C146, da marca "Brüel & Kjær"; microfones 1/2" do tipo 4190, da marca "Brüel & Kjær", montados em girafas giratórias do tipo 3923, da marca "Brüel & Kjær"; fonte de ruídos aéreos, do tipo OMNIPower 4292, da marca "Brüel & Kjær", termohigrómetro e barómetro.

Resumidamente, o ensaio é realizado em laboratório, de acordo com a norma ISO 10140-2 [9], seguindo, o seguinte procedimento: registo do nível sonoro na câmara emissora, para duas posições de fonte e ao longo do varrimento com um microfone móvel; registo, em simultâneo, do nível sonoro na câmara recetora, durante a rotação de um microfone móvel e para as mesmas duas posições de fonte no espaço emissor; medição de ruído de fundo ao longo do varrimento com um microfone móvel no espaço recetor; medição dos tempos de reverberação na câmara recetora (método de Engenharia). A curva de isolamento sonoro normalizado é, depois, determinada de acordo com a norma ISO 10140-2 [9], na gama de frequência de terços de oitava entre os 100 Hz e os 5000 Hz, e o respetivo índice de isolamento sonoro é determinado de acordo com a norma ISO 717-1 [12].

### Soluções ensaiadas

Este estudo teve como objetivo a avaliação do isolamento sonoro a sons de condução aérea de soluções construtivas de paredes leves integrando painéis VIP e a sua comparação com materiais utilizados vulgarmente na construção, para isolamento térmico, como, por exemplo, o poliestireno expandido (EPS). Foram ensaiadas as seguintes soluções:



- Duas placas de gesso cartonado de 15 mm de espessura cada, com caixa de ar de 20 mm de espessura entre elas (Gesso 15 mm + caixa-de-ar 20 mm + Gesso 15 mm);
- Duas placas de gesso cartonado de 15 mm de espessura cada, com uma camada de painéis VIP de 20 mm de espessura entre elas, colados com fita adesiva de dupla face a uma das placas de gesso [Gesso 15 mm + VIP 20 mm (fita adesiva dupla face) + Gesso 15 mm (placa solta)];
- Duas placas de gesso de 15 mm de espessura cada, com duas camadas de painéis VIP, de 20 mm de espessura cada, entre elas, com os painéis da primeira camada colados com fita adesiva de dupla face à placa de gesso adjacente [Gesso 15 mm + VIP 20 mm (fita adesiva dupla face) + VIP 20 mm (placas soltas) + Gesso 15 mm (placa solta)];
- Duas placas de gesso cartonado de 15 mm de espessura cada, com uma camada de painéis VIP de 20 mm de espessura, com as juntas entre painéis seladas com silicone, entre elas, colados com fita adesiva de dupla face a uma das placas de gesso [Gesso 15 mm + VIP 20 mm (juntas seladas com silicone) + Gesso 15 mm (placa solta)];
- Duas placas de gesso de 15 mm de espessura cada, com uma camada de painéis VIP de 20 mm de espessura entre elas, com os painéis colados com cola de poliuretano à placa de gesso adjacente [Gesso 15 mm + VIP 20 mm (cola de poliuretano) + Gesso 15 mm (placa solta)];
- Duas placas de gesso de 15 mm de espessura cada, com uma camada de painéis VIP de 20 mm de espessura entre elas, com os painéis colados com cola de poliuretano a cada uma das placas de gesso [Gesso 15 mm + VIP 20 mm (cola de poliuretano) + Gesso 15 mm (cola de poliuretano)];
- Duas placas de gesso de 15 cm de espessura cada, com uma placa de 60 mm de EPS entre elas [Gesso 15 mm + EPS 60 mm + Gesso 15 mm (placa solta)];

### Apresentação e análise de resultados

Na Figura 1, apresentam-se as curvas para o índice de redução sonora e os valores do índice de redução sonora ponderado,  $R_{wv}$ , das soluções ensaiadas.

Na Figura 1.a), apresentam-se os resultados obtidos com uma e duas camadas de painéis VIP entre as placas de gesso e comparam-se com os da solução constituída por duas placas de gesso com uma caixa de ar com a espessura igual à dos painéis VIP (2 cm). Verifica-se que as soluções que incluem os painéis VIP apresentam um melhor desempenho do que a solução com caixa de ar, nas baixas frequências. A solução com apenas uma camada de VIP apresenta um desempenho ligeiramente inferior nas médias frequências (entre os 315 Hz e os 1600 Hz). A solução com duas camadas de painéis VIP apresenta valores também superiores à solução com caixa de ar, na zona da quebra associada à frequência crítica. Em termos globais, o índice de redução sonora da solução com uma camada de VIP mantém-se igual ao da solução com caixa de ar (32 dB), enquanto

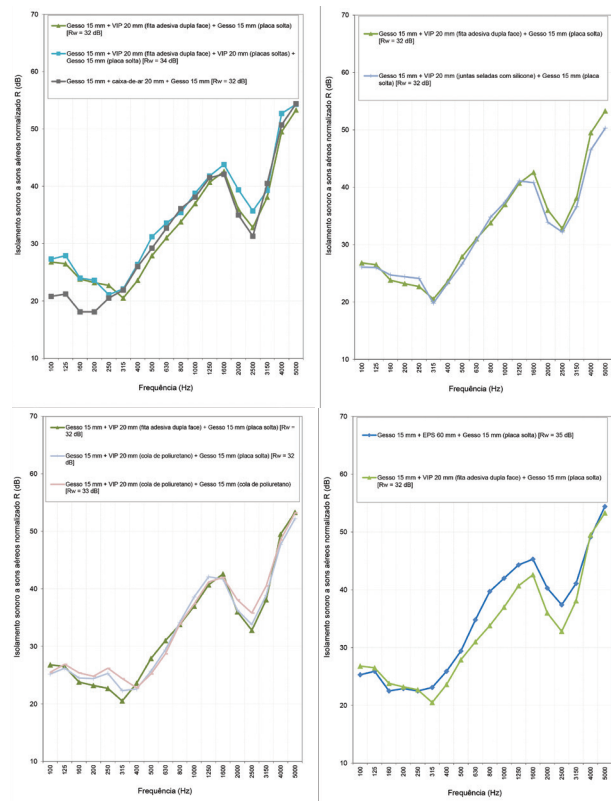


Figura 1. Isolamento sonoro a sons de condução aérea: a) função do número de camadas de VIP; b) efeito da selagem das juntas entre painéis; c) efeito da colagem das faces dos painéis às placas de gesso; d) comparação dos painéis VIP com EPS.

que a solução com duas camadas de VIP apresenta um acréscimo de 2 dB (34).

Nestas soluções, as juntas entre os painéis VIP não se encontravam seladas (juntas apenas encostadas). Na Figura 1b) compara-se o resultado obtido com o de uma solução em que as juntas foram seladas com silicone. Verifica-se que o efeito da selagem das juntas entre os painéis VIP, com silicone, tem pouco significado no isolamento sonoro. As curvas de isolamento são muito próximas e o índice de redução sonora ponderado apresenta o mesmo valor (32 dB). O modo de fixação dos painéis VIP às placas de gesso foi avaliado comparando os resultados obtidos com a colagem dos painéis VIP apenas numa das faces, por dois processos distintos (fita adesiva ou cola de poliuretano), com os obtidos com a colagem das duas faces dos painéis às placas de gesso (com cola de poliuretano). Pela observação da Figura 1c), verifica-se que a aplicação de fita adesiva resulta num pior desempenho nas frequências mais baixas. Contudo, em termos globais, quando se fixa apenas uma face, a aplicação de fita adesiva ou de cola de poliuretano conduz a um desempenho próximo (32 dB). A fixação de ambas as faces dos painéis VIP às placas de gesso, com cola de poliuretano, melhora ligeiramente o desempenho, obtendo-se um índice de redução sonora de 33 dB.

Na figura 1d) compara-se a solução que inclui painéis VIP com 20 mm de espessura, com a solução que contém EPS



com 60 mm de espessura no seu interior. Esta espessura de EPS, maior que a espessura dos painéis VIP, tem como objetivo representar uma solução que se aproxime mais do desempenho térmico dos painéis VIP (embora seja inferior). Verifica-se que a solução com EPS apresenta um desempenho superior, com um índice de redução sonora de 35 dB face aos 32 dB conseguidos com a solução com painéis VIP. De qualquer forma, nenhuma destas soluções se aproxima de uma solução comum de parede de gesso cartonado com lã mineral de 50 mm de espessura no interior da caixa de ar, que ensaiada em tamanho normalizado conduz a um índice de redução sonora de cerca de 39 dB.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados inserem-se num estudo mais alargado, que teve como objetivo a avaliação do isolamento sonoro a sons de condução aérea de soluções construtivas de paredes leves integrando painéis VIP. O preenchimento de uma caixa de ar de 2cm com painéis VIP, numa parede de gesso cartonado, não apresenta vantagem em termos do isolamento sonoro global. Verifica-se que o efeito da selagem das juntas entre painéis VIP com silicone é pouco significativo, no isolamento sonoro, e que fixar as placas VIP com cola de poliuretano ou fita adesiva de dupla face tem praticamente o mesmo efeito. Contudo, observa-se ser vantajoso colar ambas as faces dos painéis VIP às placas de gesso cartonado. As soluções com uma camada de painéis VIP apresentam um isolamento sonoro inferior ao apresentado pela solução construtiva de gesso cartonado com EPS. Apenas quando se colocam duas camadas de

painéis VIP se obtém um isolamento mais próximo do da solução com EPS. Considera-se que o estudo do isolamento sonoro de painéis VIP carece de uma maior investigação e que deve ser alargado a diferentes painéis VIP e a diferentes soluções construtivas. ■

---

#### Agradecimentos

Este trabalho foi elaborado no âmbito do projeto europeu INNOVIP (subvenção nº 723441), financiado pelo programa de investigação e inovação do Horizonte 2020 da União Europeia.

#### Referências

- [1] S.E. Kalnæs, B.P. Jelle, Vacuum insulation panel products: A state-of-the-art review and future research pathways, *Appl Energy*, 116 (2014), pp. 355-375.
- [2] R. Baetens, B.P. Jelle, J.V. Thue, M.J. Tenpierik, S. Grynning, S. Uvsløkk, et al. Vacuum insulation panels for building applications: A review and beyond, *Energy Build*, 42 (2010), pp. 147-172.
- [3] M. Gonçalves, N. Simões, C. Serra, I. Flores-Colen, A review of the challenges posed by the use of vacuum panels in external insulation finishing systems, *Applied Energy*, Volume 257, 2020, 114028.
- [4] W. Maysenhölder, Sound Transmission Loss of Vacuum Insulation Panels, In: *Proceedings of Acoustics'08, ASA/EAA/SFA, Paris, June 29- July 4, 2008*, pp. 1-6.
- [5] J.J.M. Cauberg, M.J. Tenpierik, Sound Reduction of Vacuum Insulation Based Building Panels, In: *Proceedings of the 19th international congress on acoustics, ICA/SEA/IA, Madrid, September 2-7, 2007*, pp. 1-6.
- [6] J. Cremers, Vakuüm-Dämmsysteme – Einsatzmöglichkeiten in Fassadenelementen, *Deutsches Architektenblatt*, 2006 (11), pp. 65 – 68.
- [7] M.J. Tenpierik, Vacuum insulation panels applied in building constructions (VIP ABC). PhD thesis, Technische Universiteit Delft, 2009.
- [8] ISO 10140-1, Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 1: Application rules for specific products
- [9] ISO 10140-2, Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 2: Measurement of airborne sound insulation
- [10] ISO 10140-4:2010, Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 4: Measurement procedures and requirements
- [11] ISO 10140-5:2010, Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 5: Requirements for test facilities and equipment
- [12] ISO 717-1:2013, Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation