

Sound insulation improvement for a window's solution

Rui Ribeiro¹, Isabel Cardoso¹, Miguel Lopes²

¹dBLab – Laboratório de Acústica, Vibração e Ambiente Lda
{rui.ribeiro@absorsor.pt, isabel.cardoso@absorsor.pt }

²Absorsor Indústria – Acústica, Vibração e Ambiente Lda
{miguel.lopes@absorsor.pt }

Resumo

Given the initial acoustic criteria for a façade element, improving the sound reduction index of an existing building element, a window glazing is analysed and improvements were introduced in order to achieve competitive advantage when acoustic insulation is determinant factor when choosing a solution.

At a first stage, an evaluation of the existing frame and chosen glass was made, to estimate the sound reduction index. Preliminary correction measures were defined. A scaled window sample was then acoustically evaluated through sound intensity level measurements and its transmission loss determined. A test rack was built and the measurements were made at a semi-anechoic chamber.

The measurements results analysis allowed leakages and weak points identification. Panel junctions showed critical. Additional insulation measures were then introduced and real dimension model was sent to a certified laboratory, to perform standard laboratory measures according to ISO standard 140-3:1998.

Finally, the laboratory measurements were compared with the initial intensity measurements and the initial criteria.

Palavras-chave: isolamento, ensaios, janela, fachada, intensimetria.

1 Introdução

A necessidade de um maior conforto acústico presente como imposição regulamentar, como exigência de uma população com critérios cada vez mais elevados e associada a ambientes exteriores progressivamente mais ruidosos, obriga à adopção de soluções de fachada dos edifícios acusticamente mais eficientes.

O correcto funcionamento das janelas do tipo “oscilo-batente” em vãos que ocupam a quase totalidade da fachada dos espaços onde estão inseridos, tem fortes implicações ao nível da ocupação de área interior.

Neste contexto, o trabalho desenvolvido com a empresa VITROCSA consistiu, partindo de um caixilho de correr de fabrico regular, no desenvolvimento de uma solução de janela que permitisse obter uma vantagem competitiva decorrente do isolamento a sons de condução aérea, associada ao funcionamento do sistema.

2 Análise e avaliação preliminar

2.1 Análise do produto existente

Sendo a base do trabalho a adaptação de um caixilho de fabrico em série, foi necessário, antes de mais, caracterizar aquilo que já à data, era o produto maduro e comercializado pela empresa, no mercado nacional.

Numa primeira análise, foi efectuada uma avaliação de isolamento de fachada *in situ*, numa habitação onde a solução de base estava aplicada. O espaço escolhido foi o quarto de uma habitação unifamiliar com volume de 41m³, ocupando a janela a dimensão total da área de fachada da divisão. O procedimento técnico adoptado baseou-se nas normas EN ISO 140-5 e EN ISO 717-1, atendendo-se igualmente às metodologias e limites estipulados nas normas jurídicas aplicáveis à data, nomeadamente o Regulamento dos Requisitos Acústicos de Edifícios (Decreto-Lei 129/02).

O resultado obtido é o que se apresenta na Figura 1.

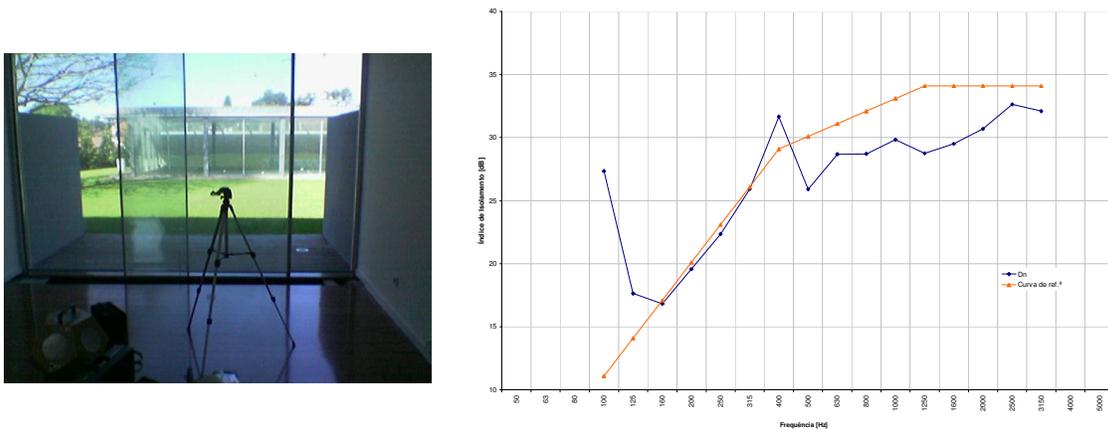


Figura 1 – Visualização interior da fachada e resultados do ensaio de isolamento.

A verificação regulamentar é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Verificação regulamentar.

Limites regulamentares		D _{2m,n,w} (dB)		Cumprimento RRAE 129/02
		Valor Calculado	D _{2m,n,w} + I	
Zonas Mistas	≥ 33	30	33	Cumpre
Zonas Sensíveis	≥ 28	30	33	Cumpre

I = 3 dB

Os resultados obtidos permitiram verificar o limite mínimo regulamentar. No entanto, o posicionamento de mercado da empresa VITROCSA implica o fornecimento de uma solução com características superiores, que permitam um desempenho acima dos mínimos regulamentares.

Assim, face a estes valores e analisando pormenorizadamente o tipo de material utilizado, a geometria do perfil, folgas existentes no seu funcionamento, vedações e remates, foram desenvolvidas medidas no sistema que permitiram o reforço do isolamento e minimização dos pontos frágeis detectados, sem prejuízo das necessidades de optimização de fabrico que a produção em série implica e características únicas da solução construtiva.

Nesta fase, mostrou-se indispensável uma avaliação quantitativa do índice de redução sonora (R_w) da solução caixilho/envidraçado em estudo.

2.2 Ensaio expedito de isolamento

A determinação do índice de redução sonora de acordo com as normas EN ISO 140-5 e EN ISO 717-1 permitiriam avaliar a eficiência global da solução, mas mostra-se vaga para identificar claramente os pontos críticos. Por outro lado, a criação de um modelo de previsão poderia ser aplicável numa análise inicial, mas apresentar-se-ia demasiado complexo na fase de detalhe. Assim, foi utilizado o método de medições de intensidade sonora que, além de implicar a necessidade de apenas um espaço reverberante (espaço emissor), também permite avaliar individualmente diferentes áreas da partição.

Foi construída uma cabine acústica com elevado índice de isolamento e todo o seu interior revestido com material reflector, podendo desta forma o ambiente sonoro ser caracterizado como reverberante e difuso para a maioria das frequências, dentro da gama de interesse. Atendendo ao facto da frequência de corte se encontrar próxima dos 250Hz, os valores obtidos para frequências inferiores possuirão maior grau de incerteza.

Numa das faces da cabine foi aplicada a janela em estudo. A escolha do vidro utilizado foi efectuada com base em soluções caracterizadas pelos respectivos ensaios laboratoriais, tendo por base o índice de redução sonora pretendido para a solução final.

Foram caracterizadas duas soluções distintas, com a seguinte constituição:

Tabela 2 – Características das janelas ensaiadas.

	Ensaio 1	Ensaio 2
Dimensões da janela	1800mm x 2000mm	1800mm x 2000mm
Constituição do vidro	44.2 (8) 10	SSILEN 44.1 (10) SSILEN 44.1
R _w do vidro	40	42
Caixilho de correr	Pano móvel – Pano móvel	Pano fixo – Pano móvel

Foi colocada a fonte sonora no interior da cabine e realizadas medições de pressão sonora no interior e de intensidade sonora no exterior da janela, de acordo com as normativas aplicáveis a medições de intensimetria. A cabine está localizada no interior de uma câmara semi-anecóica, de forma a minimizar possíveis efeitos de reverberação no seu exterior.

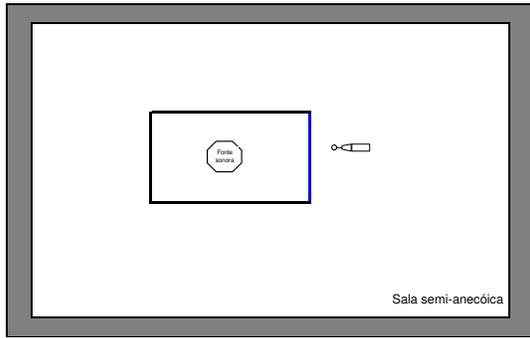


Figura 2 – Esquema de medições.

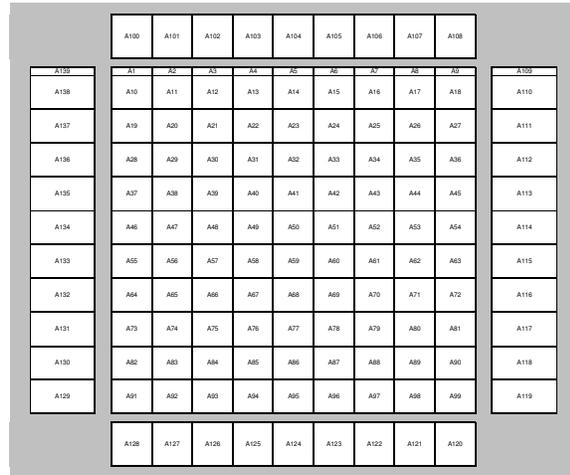


Figura 3 – Planificação da malha de áreas de medição de intensidade sonora.

O isolamento sonoro da partição é determinado a partir da expressão

$$R = \langle L_p \rangle - L_W + 10 \log S - 6 \text{dB} . \quad (1.)$$

$$L_W = \frac{\sum I_i \times A_i}{I_{\text{ref}}} . \quad (2.)$$

Sendo

$\langle L_p \rangle$ – nível de pressão sonora médio no interior da cabine [dB];

L_W – nível de potência sonora transmitida pela partição [dB];

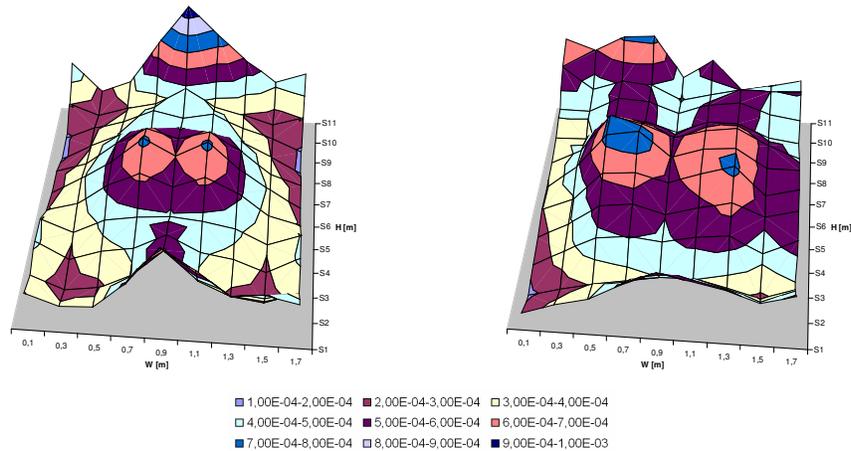
S – área da partição [m^2];

I_i – nível de intensidade sonora no ponto central da secção i [W/m^2];

A_i – área da secção i [m^2];

I_{ref} – nível de intensidade sonora de referência (10^{-12}) [W/m^2].

Na figura seguinte é apresentada a variação de intensidade sonora obtida ao longo da área da janela.



i) Ensaio 1: Pano móvel – Pano móvel

ii) Ensaio 2: Pano móvel – Pano fixo

Figura 4 – Níveis de intensidade sonora medidos – visualização 3D.

Dos gráficos anteriores, pode-se verificar o seguinte:

- Em ambos os ensaios, os valores de intensidade sonora radiada mostram-se mais elevados no perímetro horizontal superior, revelando maior contribuição através das frinchas. Menores valores radiados no bordo inferior quando comparada ao do topo superior, devido ao assentamento da caixilharia.
- Valores superiores de intensidade sonora são registados no alinhamento horizontal central das janelas, local de maior flexão do fecho caixilho.
- No caso do Ensaio 1, é nítida a deficiência de vedação de frinchas no topo do prumo central, local particularmente crítico, já que os dois panos da janela ficam aqui ligados num único ponto singular.
- No caso do Ensaio 2, os valores de intensidade sonora radiada mostram-se assimétricos relativamente ao eixo vertical do caixilho, devido ao facto de um dos panos da janela ser fixo.

A variação da redução sonora entre as duas janelas ensaiadas e por frequência, é apresentada na Figura 5.

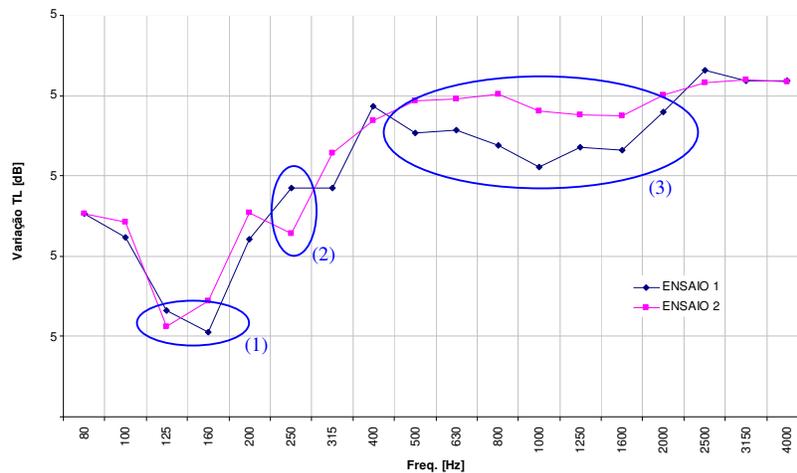


Figura 5 – Variação da redução sonora entre os dois ensaios.

Os resultados obtidos permitem concluir o seguinte:

- A janela analisada no Ensaio 1 (móvel-móvel) permite garantir um índice de redução sonora (R_w) estimado de 35 dB, enquanto aquela analisada no Ensaio 2 (móvel-fixa) permite garantir um R_w de 37 dB.
- (1) – O efeito combinado da alteração na rigidez e da massa da solução de janela, permitiu uma redução na frequência de ressonância para os 125Hz.
- (2) – A aplicação de uma solução de envidraçado constituído por dois panos com igual espessura de 8mm e separados por uma caixa-de-ar de 10mm, introduz uma ressonância aos 250Hz que se manifesta com uma perda de quase 3dB de isolamento nesta frequência.
- (3) – A variação dos valores de redução sonora obtidos na gama dos 500Hz aos 2000Hz, que ultrapassam inclusivamente os 3dB, demonstra claramente o efeito da melhoria da vedação de frinchas aplicada no Ensaio 2.

2.3 Medidas correctivas adicionais

O ensaio realizado permitiu concluir que, para além das melhorias implementadas, poderá ainda proceder-se à introdução de medidas complementares.

De modo a reforçar o isolamento total da solução, poder-se-á aplicar uma solução de envidraçado que apresente um R_w superior, de cerca de 43 dB, devendo no entanto analisar cuidadosamente o seu desempenho às altas-frequências. Contudo, esta medida poderá acarretar uma incompatibilidade no que se refere à largura do *bite*, já que vidros incluídos nesta gama de desempenho acústico possuem caixas-de-ar de espessura elevada. Além disso, poderá tornar-se redundante a aplicação de vidros com R_w superior, atendendo a que o isolamento global da janela ficará condicionado pelo desempenho exclusivo da vedação de frinchas. De referir que uma percentagem de frinchas de 0,01% na área de um paramento introduz uma perda 6dB no seu isolamento global, neste caso seria cerca de 3,6 cm². De referir no entanto, que o isolamento de cada solução ensaiada ou aplicada será sempre fortemente condicionado pela correcta aplicação da mesma, nomeadamente ao nível da aplicação e vedação entre os prumos. Esta contribuição será tanto mais relevante quanto maior for o índice de isolamento proposto atingir.

3 Ensaio final

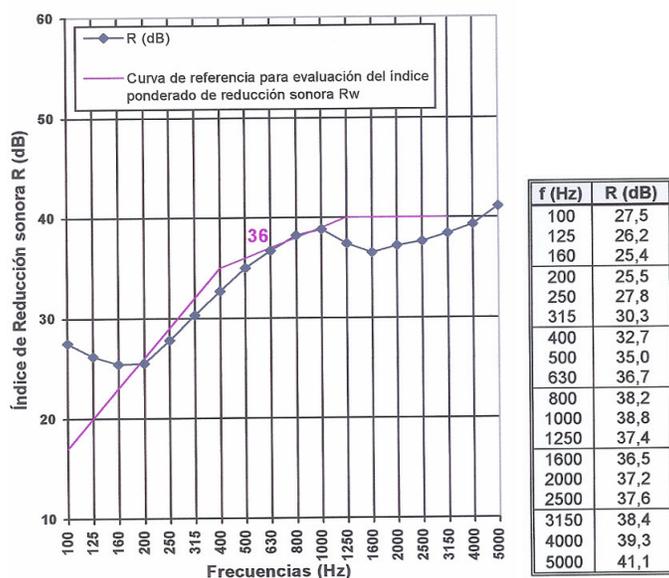
Atendendo aos resultados obtidos nos ensaios expeditos realizados, foi decidido então efectuar uma caracterização sob condições totalmente controladas em laboratório acreditado e de acordo com a norma ISO 140-3:1995: “Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements”. As características da amostra ensaiada são as seguintes:

Tabela 3 – Características da janela ensaiada de acordo com a norma ISO 140-3:1995.

	Ensaio
Dimensões da janela	3180mm x 2780mm
Constituição do vidro	PLANILUX 8 (10) SSILEN 44.1
R_w do vidro	40
Caixilho	Pano fixo – Pano móvel



Figura 6 – Ensaio laboratorial.



Índices de aislamiento: UNE-EN ISO 717-1:1997 $R_{w}(C;C_{tr})$: 36 (-0; -2) dB

NBE-CA 88 $R(A)$: 36,2 dB(A)

Evaluación basada en medidas de laboratorio mediante método de ingeniería

Figura 7 – Resultado do ensaio laboratorial, de acordo com a norma ISO 140-3:1995.

Na Figura 8 é apresentado o gráfico comparativo entre os diferentes ensaios realizados.

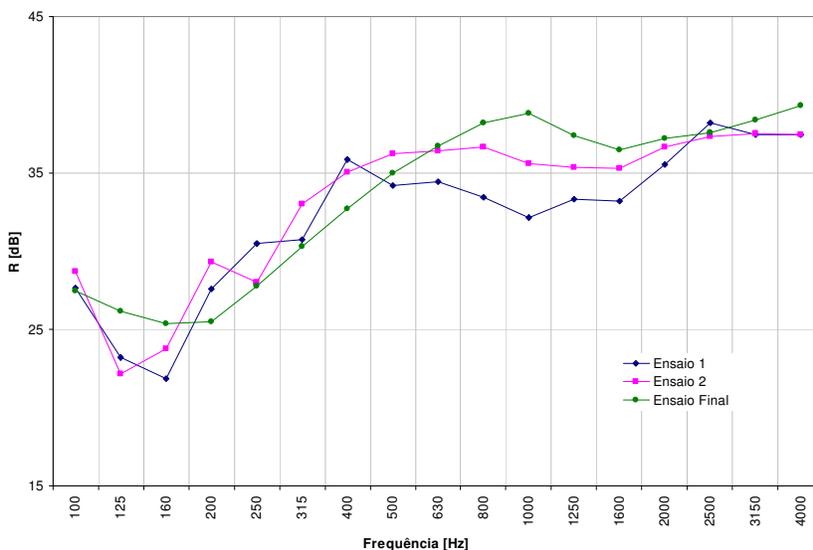


Figura 8 – Gráfico comparativo dos três ensaios realizados.

O andamento da curva do Ensaio Final entre as frequências de 200Hz e 500Hz introduz um acréscimo de diferenças negativas quando é feito o ajuste da curva de referência, o que se traduz numa redução do R_w para 36dB, face aos 37dB verificados no Ensaio 2.

As diferenças verificadas às baixas frequências poderão entender-se como uma consequência das dimensões do espaço emissor utilizado nos Ensaios 1 e 2, caracterizado por uma frequência de corte aos 250Hz.

4 Conclusão

Partindo de um caixilho de correr de fabrico regular com características que garantem exclusivamente o cumprimento do limite mínimo regulamentar de isolamento a sons de condução aérea provenientes do exterior, foi desenvolvida uma janela com sistema de pano móvel que se apresenta competitiva no mercado, quando o isolamento sonoro é factor determinante na escolha.

A solução desenvolvida permite garantir um índice de redução sonora (R_w) de 36dB, medido em ensaio laboratorial acreditado e de acordo com as normativas aplicáveis, introduzindo uma melhoria clara no que se refere à eficiência acústica da solução inicial.

As características únicas da janela, da qual o isolamento a sons de condução aérea se assume como uma vantagem competitiva dentro da gama de produtos existentes no mercado, permitiu ainda a obtenção do Prémio Menção Honrosa com a Melhor Janela na Feira de Madrid VETECO 2007.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à empresa VITROCSA – Portugal Caixilharias, Lda. a sua cooperação neste projecto e a sua autorização para publicar este artigo.

Referências

- [1] EN ISO 140-5:1998 – Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades.
- [2] EN ISO 717-1:1997 – Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Airborne sound insulation.
- [3] Beranek, Leo L.. Noise and Vibration Control Engineering – principles and Applications. L. L. Beranek; 1992
- [4] Bies and Hansen. Engineering Noise Control – Theory and Practice. E&FN SPON; Second Edition 1996.
- [5] Fahy, F. J.. Sound Intensity. E&FN SPON; Second Edition 1995.
- [6] Fahy, Frank. Sound and Structural Vibration – Radiation, Transmission and Response. Academic Press Inc.; Second printing 1993.
- [7] Springer Handbook of Acoustics. Rossing Ed. 2007.
- [8] EN ISO 15186-1:2000 – Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and building elements – part 1: laboratory measurements.