

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ACÚSTICA DE UM EDIFÍCIO MBT

PACS REFERENCE: 43.55

Bragança¹, Luís; Almeida¹, Manuela; Silva¹, Sandra; Patricio², Jorge

¹Department of Civil Engineering

University of Minho, Campus de Azurém

4800-058 Guimarães, Portugal

Tel: +351 253 510 200

Fax: + 351 253 510 217

E-mail: braganca@civil.uminho.pt, [malmeida@civil.uminho.pt](mailto:m Almeida@civil.uminho.pt), sms@civil.uminho.pt

²National Laboratory for Civil Engineering

Avenida do Brasil 101

1700-066 Lisboa, Portugal

Tel: +351 21 844 3000

Fax: + 351 21 844 3028

E-mail: jpatricio@lnec.pt

RESUMO

O objectivo do presente trabalho é avaliar as potencialidades acústicas de um edifício construído segundo uma filosofia MBT (Mixed Building Technology). Para realizar este estudo foi avaliada a eficiência acústica de um edifício ampliado utilizando tecnologia MBT, sendo o seu comportamento comparado com o de um edifício virtual idêntico, mas ampliado utilizando soluções construtivas tradicionais para os envidraçados, paredes, coberturas e pavimentos. Para tal foi medido o isolamento sonoro, a sons de condução aérea e a sons de percussão e o isolamento sonoro médio das paredes de fachadas.

Os resultados foram depois comparados com dados experimentais obtidos, para edifícios tradicionais, em estudos realizados pelo Laboratório de Física das Construções da Universidade do Minho.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e estudo de novas tecnologias e soluções construtivas deve conduzir a uma melhoria de qualidade dos edifícios e da qualidade de vida no seu interior. Entre os factores que afectam a qualidade de vida no interior dos edifícios destaca-se o conforto acústico.

O desenvolvimento de novas tecnologias, como a MBT (Mixed Building Technology), para aumentar a qualidade dos edifícios através da utilização de materiais compósitos leves de modo a obter uma maior eficácia na relação entre peso/espessura e resistência, pode originar soluções eficientes em termos da resposta às exigências estéticas, funcionais e económicas.

A implementação de novas tecnologias e métodos construtivos para a concepção de materiais que conduzam ao aumento do grau de conforto, deve ser realizada de forma a que o custo total do edifício (construção, manutenção, operação e desmantelamento) não aumente e, se possível, seja reduzido.

A avaliação da qualidade acústica do edifício, apesar de subjectiva e dependente de factores socio-económicos e culturais, variáveis de indivíduo para indivíduo, pode basear-se em critérios físicos mensuráveis, descritos na literatura especializada e nas normas internacionais respectivas.

Neste estudo, para levar a cabo a avaliação pretendida, são apresentados os resultados de um caso de estudo, onde a eficiência de um edifício do tipo MBT, localizado em Coimbra – Portugal, é comparada com a de um edifício tradicional, virtual, com a mesma geometria.

2. CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

2.1 Geometria

Para mostrar a eficiência acústica de um edifício MBT, foi escolhido um edifício de escritórios cujo último piso foi ampliado segundo esta tecnologia.

A resposta do edifício MBT às exigências funcionais de conforto foi comparada com a de um edifício virtual, com a mesma geometria, mas projectada utilizando soluções construtivas tradicionais, no que diz respeito aos elementos construtivos (paredes, envidraçados, pavimentos e cobertura). As características dos elementos construtivos do edifício tradicional foram definidas com base nas características dos dois primeiros andares do edifícios, que mantiveram a solução construtiva original durante um processo de reabilitação. Nas Figuras 1 e 2 mostra-se a planta e um corte dos edifícios em estudo.

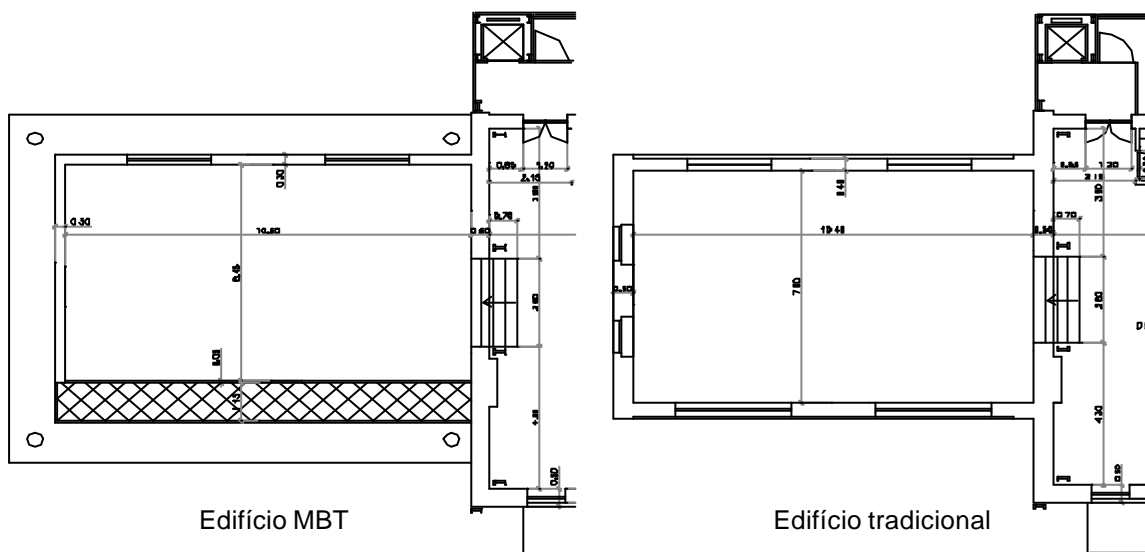


Figura 1: Planta dos edifícios



Figura 2: Corte dos edifícios

2.2 Características Construtivas dos Edifícios Estudados

A estrutura do edifício MBT é constituída por um sistema de pórticos de perfis metálicos que suporta as paredes, os pavimentos e a cobertura. A estrutura resistente do pavimento e da cobertura é constituída por uma laje de betão armado de 12 cm de espessura com cofragem metálica colaborante. O revestimento de piso, colocado 10 cm acima do elemento resistente (para passagem dos cabos das redes eléctricas e de telecomunicações), é constituído por placas de contraplacado marítimo revestidas a linóleo. O revestimento inferior do pavimento é constituído por um tecto falso suspenso com 2 cm de lã mineral e placas de gesso cartonado, com 13 mm de espessura, tal como mostra a Figura 3. A cobertura possui 5 cm de poliestireno expandido extrudido aplicados sobre a laje.

O edifício tradicional virtual foi definido tendo por base a estratégia de reabilitação seguida nos dois primeiros andares. O pavimento e a cobertura são constituídos por lajes aligeiradas, com blocos de cofragem cerâmicos, com 25 cm de altura. O revestimento de piso é de madeira e a face inferior do pavimento é estucada, tal como se pode observar na Figura 3. A cobertura do edifício tradicional é inclinada, com o espaço de ar não ventilado, possuindo 4 cm de lã mineral sobre a laje de esteira.

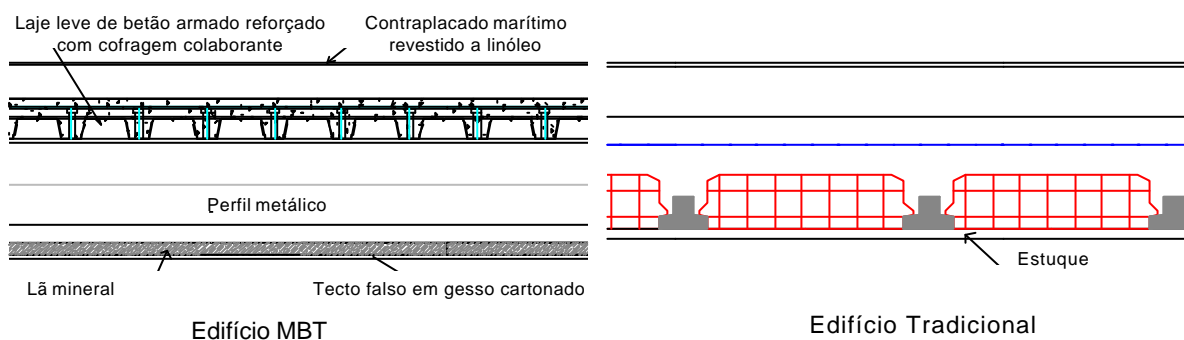


Figura 3: Esquema do pavimento dos edifícios estudados

Na Tabela 1 apresentam-se as características do pavimento e da cobertura dos edifícios.

Tabela 1 – Características das coberturas e dos pavimentos

	Edifício MBT		Edifício Tradicional	
	Pavimento	Cobertura	Pavimento	Cobertura
Área (m ²)	74.12	74.12	74.12	74.12
Massa (kg/m ²)	180	180	290	290

As paredes exteriores, são do tipo “sandwich”, constituídas por 5 cm de poliestireno expandido em placas, fixadas a placas de contraplacado marítimo, por uma camada de lã mineral em placas com 25 cm de espessura e duas placas de gesso cartonado com 13 cm de espessura na face interior, sendo a sua face exterior rebocada, tal como se encontra representado na Figura 4. O edifício tradicional possui paredes exteriores duplas de tijolo cerâmico com 15 + 11 (cm) de espessura, com 2 cm de lã mineral preenchendo parcialmente a caixa de ar. A parede é rebocada na sua face exterior e estucada na sua face interior (vd. Figura 4).

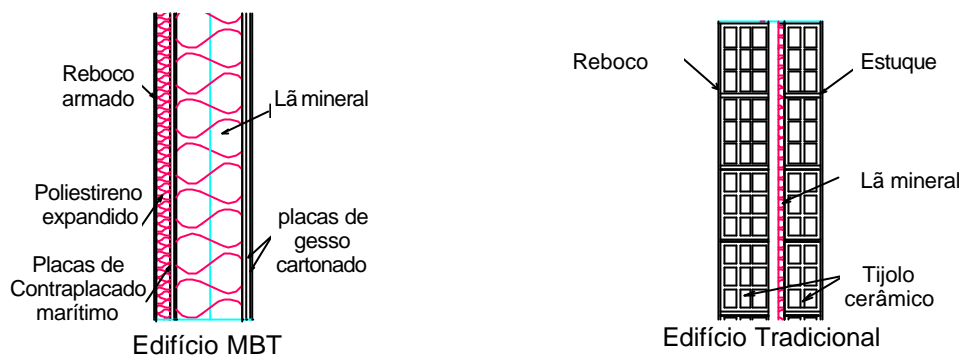


Figura 4: Corte esquemático das paredes exteriores dos edifícios

Na Tabela 2 apresentam-se as características das paredes exteriores dos edifícios.

Tabela 2 – Características das paredes exteriores

Paredes Exteriores	Edifício MBT			Edifício Tradicional		
	Norte	Este/Oeste	Sul	Norte	Este/Oeste	Sul
Área (m ²)	44.71	34.34	5.61	44.71	31.34	40.65
Massa (kg/m ²)	100	100	100	371	371	371

Os envidraçados de ambos os edifícios são duplos, 6+12+6 (mm). A caixilharia do edifício MBT é metálica com boa estanqueidade, enquanto que a do edifício tradicional, também metálica, é de tipo corrente. Na Tabela 3 apresentam-se as características dos envidraçados.

Tabela 3 – Características dos envidraçados dos edifícios estudados

Janelas	Edifício MBT			Edifício Tradicional		
	Norte	Este/Oeste	Sul	Norte	Este/Oeste	Sul
Área (m ²)	10.34	-	49.44	10.34	3.00	14.40
Massa (kg/m ²)	30	-	30	30	30	30

3. CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO ACÚSTICO DOS EDIFÍCIOS

3.1 Princípios Orientadores

O estudo do comportamento de qualquer edifício deve ser realizado através da caracterização do isolamento acústico conferido por cada um dos elementos constituintes da envolvente tendo em conta a área de absorção sonora equivalente do recinto receptor.

Uma vez que os métodos de estimação numérica não são suficientemente precisos para soluções construtivas leves [1], a caracterização do comportamento acústico dos edifícios foi realizada experimentalmente.

De modo a caracterizar o comportamento das duas soluções construtivas em estudo, os resultados obtidos para o edifício MBT foram comparados com resultados experimentais obtidos,

pelo Laboratório de Física das Construções da Universidade do Minho, para edifícios com soluções construtivas tradicionais iguais às definidas para o edifício tradicional.

Aquando da realização deste estudo, apesar do edifício estar praticamente concluído, o mobiliário existente não era o definitivo e, não estava ainda definido o padrão de ocupação do recinto, não sendo por isso possível determinar a área de absorção sonora equivalente do edifício MBT.

3.2 Métodos de Caracterização do Comportamento Acústico

As medições para caracterização do isolamento sonoro foram realizadas de acordo com o descrito nas Normas ISO 140, parte IV, V e VII [2, 3 e 4], e nas Normas ISO 717, partes 1 e 2 [5, 6]. O isolamento sonoro médio das fachadas (R'_{45}), determinado em conformidade com o disposto na norma ISO 140/V, sendo S a superfície de exposta e A a área de absorção sonora equivalente do espaço receptor, é obtido com base na seguinte equação,:

$$R'_{45} = L_{1,s} - L_2 + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right) \text{ dB} - 1,5 \text{ dB} \quad (1)$$

Esta equação é válida quando o campo sonoro é produzido por uma fonte sonora, incide na fachada segundo um ângulo de 45° e que o campo estabelecido no recinto receptor é difuso. A quantificação do índice de isolamento sonoro médio da fachada (R_{45}) foi obtido seguindo o método descrito na norma ISO 717/1. As medições para caracterização do isolamento sonoro a sons de condução aérea entre espaços interiores realizaram-se segundo os procedimentos descritos na norma ISO 140/IV. O isolamento sonoro a sons aéreos do elemento de separação de superfície S e onde a área de absorção sonora equivalente do recinto receptor tem o valor A, é obtido através da seguinte equação:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right) \quad (2)$$

A quantificação do valor global representativo do isolamento (índice de isolamento sonoro a sons aéreos, R'_{w}), foi obtida seguindo o método descrito na norma ISO 717/1. As medições para caracterização do isolamento a sons de percussão realizaram-se segundo os procedimentos descritos na norma ISO 140/VII. O isolamento sonoro a sons de percussão do elemento de separação (L'_{n}) obtido através da seguinte equação:

$$L'_{n} = L_2 - 10 \log \left(\frac{S}{A} \right) \quad (3)$$

Nesta equação S é a área do elemento de separação e A a área de absorção sonora equivalente do recinto do compartimento receptor. A quantificação do valor global representativo do isolamento (índice de isolamento a sons de percussão, $L'_{n,w}$) foi obtido seguindo o método descrito na norma ISO 717/2.

3.3 Resultados Obtidos

O valor do índice de isolamento sonoro médio da fachada (R_{45}), do índice de isolamento sonoro a sons aéreos (R'_{w}) entre compartimentos interiores, e do índice de isolamento sonoro a sons de percussão ($L'_{n,w}$) do pavimento foram determinados através de ensaios “in situ” realizados no edifício MBT.

Para comparar a eficácia acústica das soluções tecnológicas tipo MBT com soluções construtivas tradicionais, estes valores experimentais foram comparados com valores obtidos em ensaios experimentais levados a cabo pelo Laboratório de Física das Construções da Universidade do Minho em edifícios com as mesmas soluções construtivas. Na Tabela 4 apresentam-se os resultados obtidos.

Tabela 4 – Caracterização da eficiência acústica dos edifícios

Tipo de Elemento	R'_w	L'_{n,w}	R'₄₅
<i>Soluções Construtivas tipo MBT</i>	<i>Valores Medidos</i>		
Fachada Sul (90% envidraçado + 10% opaca)	-	-	30
Fachadas Este e Oeste (0% envidraçado + 100% opaca)	-	-	50
Fachada Norte (19% envidraçado + 81% opaca)	-	-	40
Pavimento	53	70	-
<i>Soluções Construtivas Tradicionais</i>	<i>Valores Experimentais</i>		
Fachada Sul (26% envidraçado + 74% opaca)	-	-	33
Fachadas Este e Oeste (9% envidraçado + 91% opaca)	-	-	35
Fachada Norte (19% envidraçado + 81% opaca)	-	-	34
Pavimento	48	77	-

Do estudo realizado foi possível concluir que em quase todas as situações, a solução MBT apresenta melhor comportamento acústico do que a solução tradicional, apesar de possuir menor massa. A melhor qualidade dos envidraçados e o elevado isolamento da parede exterior favorece o seu melhor comportamento acústico. No entanto, a fachada Sul do edifício MBT tem um nível de isolamento inferior ao da solução tradicional uma vez que 90% da sua área é envidraçada.

Apesar da massa do pavimento do edifício tradicional ser maior do que a massa do pavimento do edifício MBT, o revestimento de piso, o tecto falso de pequena espessura e com mantas de lâ mineral na sua face posterior torna possível a melhoria do isolamento a sons de condução aérea desta última solução. Pelos mesmos motivos, o pavimento do edifício MBT possui igualmente uma maior eficácia no isolamento a sons de percussão.

O pavimento do edifício MBT, com quase metade da massa de um pavimento tradicional, possui um índice de isolamento sonoro a sons de percussão 7 dB inferior e um índice de isolamento a sons aéreos 5 dB superior, o que atesta a sua melhor qualidade acústica quando comparado com a de um edifício tradicional.

De um modo geral pode-se dizer que as soluções MBT estudadas possuem um bom desempenho acústico. Por exemplo, as fachadas Este e Oeste, com 100 Kg/m² de massa superficial, possuem um índice de isolamento a sons aéreos de 50 dB, enquanto que para uma parede tradicional com a mesma massa, o isolamento sonoro não seria superior a 40 dB.

Outro exemplo da eficácia acústica do edifício MBT é a fachada Sul, que, apesar de ser 90% envidraçada, possui um índice de isolamento sonoro médio de 30 dB. Num edifício tradicional com a mesma área de envidraçados e com uma caixilharia corrente, o isolamento sonoro médio não iria além dos 26 dB, uma vez que nesta situação existe, geralmente, uma grande quantidade de frinchas na caixilharia que contribuem para a perda do isolamento sonoro médio da fachada.

4. CONCLUSÕES

Um edifício MBT é geralmente caracterizado pela utilização de materiais leves e a adopção de grandes vãos envidraçados. Estes dois aspectos têm um grande impacto no desempenho do edifício, como é o caso do conforto acústico. Durante a fase de projecto, de modo a ser assegurada a qualidade global de cada solução construtiva, o projectista deve conhecer em detalhe o seu desempenho. A literatura especializada e ensaios realizados em laboratórios certificados são algumas das formas de adquirir o conhecimento necessário da “performance” das várias soluções construtivas.

Do estudo levado a cabo foi possível concluir que, em quase todas as situações estudadas, as soluções MBT asseguram um melhor comportamento acústico, quando comparado com o proporcionado por soluções tradicionais, apesar destas terem massa superficial superior. A melhor qualidade das caixilharias e a maior espessura de material absorvente sonoro aplicado

nos elementos construtivos são os principais factores de contribuição para uma melhor qualidade acústica das soluções construtivas tipo MBT.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bragança, Luís et al. - *Acoustical Performance of Lightweight and MBT Buildings*. Working Paper presented in the WG3-Urban Design meeting, Bled, Slovenia, 16-17 September, 2001.
- [2] EN ISO 140/IV: 1996. Acoustics - *Measurement of sound insulation in buildings and of building elements* - Part V: Field measurements of airborne sound insulation between rooms.
- [3] EN ISO 140/V: 1996. Acoustics - *Measurement of sound insulation in buildings and of building elements* - Part V: Field measurements of airborne sound insulation of facade elements and facades.
- [4] EN ISO 140/VII: 1996. Acoustics - *Measurement of sound insulation in buildings and of building elements* - Part VII: Field measurements of impact sound insulation of floors.
- [5] EN ISO 717/1:1996. Acoustics - *Rating of sound insulation in buildings and of building elements* - Part 1: Airborne sound insulation.
- [6] EN ISO 717/2: 1996. Acoustics - *Rating of sound insulation in buildings and of building elements* - Part 2: Impact sound insulation.