

# ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE PEQUENOS DEFEITOS DE CONSTRUÇÃO NO DESEMPENHO ACÚSTICO DE PAVIMENTOS FLUTUANTES

Diogo Mateus<sup>1</sup>, Andreia Pereira<sup>1</sup>, Paulo Santos<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Centro de Investigação em Ciências da Construção  
Departamento de Engenharia Civil  
Universidade de Coimbra  
3030-788 Coimbra  
{diogo@dec.uc.pt; pfsantos@dec.uc.pt; apereira@dec.uc.pt}

## Resumo

A utilização de pavimentos flutuantes, como forma de minimizar a transmissão de ruídos de percussão, está hoje em dia muito divulgada e implementada, especialmente em edifícios de habitação e mistos. Entre as diversas soluções possíveis, a execução de lajeta flutuante em betão ou em argamassa, sob o revestimento de piso, é aquela que à partida, para a maioria das construções de raiz, oferece mais vantagens do ponto de vista construtivo e de não condicionamento do tipo de acabamento. Contudo, na grande maioria das situações o desempenho destas lajetas é muito fraco, devido essencialmente à existência de defeitos de construção, muitas vezes de pequeníssima dimensão, como são o caso das ligações rígidas através do cimento cola de assentamento do revestimento de piso e do rodapé, especialmente importante em revestimentos cerâmicos e/ou de pedra. No presente artigo, é apresentado e analisado um conjunto de resultados de isolamento sonoro a sons de percussão, obtidos em edifícios habitacionais e mistos, em situações onde estes pequenos defeitos de construção condicionam claramente os resultados finais. São ainda apresentados e analisados resultados obtidos antes e após a correcção de pequenos defeitos de construção ao nível do rodapé.

**Palavras-chave:** ruídos de percussão; defeitos; pavimentos flutuantes; resultados experimentais.

## Abstract

Floating systems are commonly used in buildings as a solution to reduce the impact sound transmission. Among several solutions that can be applied, floating slabs built with concrete or with mortar are often used as they offer advantages especially because they allow the use of any kind of covering material. However, one concludes that in many situations this solution does not behave well due to mistakes that occur during its construction. In fact it is common to leave small rigid connections for example between the floating slab and the baseboard, especially when ceramic or stone coverings are applied. The present paper addresses this problem by analyzing *in situ* impact sound pressure level results performed in buildings where mistakes were performed when building the floating slabs.

**Keywords:** impact sound, floating systems, rigid connections, experimental results.

## 1 Introdução

A transmissão sonora de sons de percussão, de um pavimento para os compartimentos vizinhos num edifício, ocorre geralmente por via marginal, através dos elementos adjacentes, e por via directa, quando o pavimento percutido é sobrejacente ao compartimento receptor em análise.

A legislação em vigor em Portugal, no que se refere a requisitos de isolamento em edifícios (Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Dec. Lei 129/2002 de 11/05 com a nova redacção dada pelo Dec. Lei nº 96/2008 de 09/06 [1]), impõe exigências relativamente aos pavimentos no sentido de restringir a transmissão dos ruídos de percussão. Estas exigências consistem na limitação do valor do índice de isolamento aos sons de percussão obtido a partir do nível sonoro de percussão padronizado registado no compartimento receptor, proveniente de uma excitação de uma percussão normalizada exercida sobre um pavimento, através do ajuste gráfico de uma curva de referência [2]. No caso dos edifícios habitacionais, o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) estabelece que no interior de quartos ou zonas de estar de fogos (compartimentos receptores), o índice de isolamento aos sons de percussão padronizado, proveniente de outros fogos ou locais de circulação comum do edifício (locais emissores) deverá ser inferior ou igual a 60 dB. No caso de se tratar de edifícios mistos, além desta verificação é ainda necessário garantir que no interior de quartos ou zonas de estar de fogos, o índice de isolamento aos sons de percussão padronizado, proveniente de locais destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão (locais emissores) deverá ser inferior ou igual a 50 dB. Estas exigências vertidas para a prática obrigam à avaliação de diversas situações, designadamente à determinação da transmissão de sons de percussão de cima para baixo, (e.g. isolamento entre quartos ou salas de pisos consecutivos situados na mesma prumada), em que a transmissão ocorre por via directa e por via marginal ou de baixo para cima (e.g. isolamento entre estabelecimentos comerciais e quartos ou salas de pisos sobrejacentes), onde se verifica propagação apenas por via marginal.

Refira-se que quer no caso da transmissão por percussão de cima para baixo, quer no caso de transmissão de baixo para cima quando o pavimento percutido não é térreo, se o revestimento do piso percutido for rígido e se encontrar directamente ligado à laje de suporte, o limite imposto pelo RRAE geralmente não é cumprido. Deste modo, por forma a dar cumprimento ao imposto pelo RRAE, tem-se vindo a implementar de uma forma crescente, o uso de diversas soluções para atenuar este tipo de ruídos. Estas soluções poderão ser basicamente de dois tipos: revestimento de piso flexível; e revestimento de piso rígido aplicado sobre camada inferior resiliente, onde se incluem a lajeta flutuante em betão ou em argamassa e os pavimentos flutuantes em madeira.

De entre as opções referidas para isolar os sons de percussão, a opção pela execução de lajeta flutuante em betão ou em argamassa, sob o revestimento de piso oferece como vantagem do ponto de vista construtivo, o não condicionamento do tipo de acabamento. Contudo, se esta solução for mal executada, o desempenho destas lajetas é muito fraco. A existência de defeitos de construção, muitas vezes de pequeníssima dimensão, como são o caso das ligações rígidas através do cimento cola de assentamento do revestimento de piso e do rodapé, especialmente importante em revestimentos cerâmicos e/ou de pedra, pode reduzir drasticamente a eficácia prevista em fase de projecto. No presente artigo, pretende-se alertar para este tipo de problemas, através da apresentação e análise de um conjunto de resultados de isolamento sonoro a sons de percussão, obtidos em edifícios habitacionais e mistos, em situações onde estes pequenos defeitos de construção condicionam claramente os resultados finais. São ainda apresentados e analisados resultados obtidos antes e após a correcção de pequenos defeitos de construção ao nível do rodapé.

## 2 Determinação da transmissão de sons de percussão

A quantificação da transmissão por percussão pode ser efectuada de forma relativamente simples pela via experimental, de acordo com as normas EN ISO 140-7 e ISO 717-2 [2,3], através de medições acústicas realizadas *in situ*, ou pode ser prevista através de modelos teóricos, nomeadamente através dos modelos indicados na norma EN 12354-2 [4].

### 2.1 Avaliação experimental

No caso da avaliação experimental, a metodologia a aplicar e a sua complexidade é praticamente a mesma, quer se trate de transmissão de cima para baixo, quando o pavimento percutido corresponde ao tecto do compartimento receptor, quer se trate de transmissão inversa, de baixo para cima.

Com base na norma EN ISO 140-7, a caracterização da transmissão sonora é efectuada no domínio da frequência ( $L'_{nT}$ ), em bandas de 1/3 de oitava, geralmente entre as frequências centrais de 100 e 3150 Hz. Posteriormente, a partir deste conjunto de valores em frequência poderá ser obtido um valor único (índice  $L'_{nT,w}$ ), através do ajustamento da curva  $L'_{nT}$  a uma descrição convencional de referência, de acordo com a técnica preconizada na norma EN ISO 717-2.

Os valores de  $L'_{nT}$ , dependem dos níveis de pressão sonora médios medidos no compartimento receptor ( $L_i$ ), corrigidos do ruído de fundo e da influência das condições de reverberação do compartimento receptor. A equação que permite obter este nível sonoro de percussão padronizado é dada por:

$$L'_{nT} = L_i - 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right) \quad (1)$$

onde  $T$  é o tempo de reverberação do compartimento receptor, em segundos, e  $T_0$  é o tempo de reverberação de referência, em segundos (igual a 0.5 s para situações correntes, ou o valor do requisito  $T$ , quando aplicável).

### 2.2 Métodos simplificados

Em fase de projecto a previsão do isolamento aos sons de percussão pode ser efectuada através do modelo simplificado previsto na norma EN 12354-2 para a situação de percussão do elemento de separação directo, de cima para baixo. Neste caso, e de acordo com a norma EN 12354-2, para lajes de betão armado (aligeiradas ou maciças – conforme Anexo B da mesma norma) o parâmetro  $L'_{nT,w}$  pode ser determinado através da seguinte expressão:

$$L'_{nT,w} = 164 - 35 \log(m') - \Delta L_w + K - 10 \log(0.032V) \quad (2)$$

onde  $m'$  representa a massa superficial do pavimento (em  $\text{kg/m}^2$ );  $\Delta L_w$  é o índice de redução sonora devido à existência de revestimento de piso (que é próximo de zero em pavimentos rígidos directamente ligados à laje de suporte e pode apresentar valores da ordem de 20 dB, no caso de pavimentos flutuantes ou de revestimentos flexíveis, sendo normalmente divulgado pelo fabricante); e  $K$  é a correcção devido à ocorrência de transmissão marginal, em dB, que pode ser obtida directamente da consulta da Tabela 1 da norma EN 12354-2. A constante 164, da Equação (2), que é apresentada pela norma EN 12354-2, para os pavimentos mais usuais no nosso país, conduz a

resultados de  $L'_{nT,w}$  cerca de 5 dB mais favoráveis do que os habitualmente obtidos na avaliação experimental. Deste modo, considera-se aconselhável que o valor de 164 seja substituído por 169 [5]. Para a situação de transmissão de sons de percussão de um piso inferior para o compartimento sobrejacente (i.e. baixo para cima), não existem metodologias de previsão consagradas na normalização em vigor e os modelos de cálculo com possibilidade de ser aplicados são excessivamente complexos, e nem sempre conduzem a resultados próximos dos reais. Em trabalho anterior desenvolvido pelos autores [6] foi proposta uma fórmula simplificada para previsão da transmissão de sons de percussão de baixo para cima ( $L'_{n,w}$ ), em pavimentos de pisos não térreos para lajes de betão armado (aligeiradas ou maciças) ou pré-esforçadas revestidas com pavimentos flutuantes, ou sem qualquer tipo de “tratamento acústico” de piso. Se for considerado o parâmetro  $L'_{nT,w}$ , previsto na nova versão do RRAE, em vez do anterior  $L'_{n,w}$ , a referida fórmula simplificada transforma-se em:

$$L'_{nT,w}(\text{com lajeta flutuante}) = L'_{n,w}(\text{sem lajeta flutuante}) - 10\text{Log}(0,032V) - \Delta L_w + K_{inv} \quad (3)$$

com,

$$\left\{ \begin{array}{l} L'_{n,w}(\text{sem lajeta flutuante}) = 76 - 10\text{Log}(m') + 5\text{Log}\left(\frac{L_{ER}}{S_E}\right) + 10\text{Log}(S_R) \\ e \quad K_{inv} = 2 \quad a \quad 4 \quad \text{se} \quad 63 \geq L'_{n,w}(\text{sem lajeta flutuante}) \geq 57\text{dB}; \\ \quad \quad K_{inv} = 4 \quad a \quad 6 \quad \text{se} \quad 56 \geq L'_{n,w}(\text{sem lajeta flutuante}) \geq 52\text{dB}; \\ \quad \quad K_{inv} = 7 \quad a \quad 9 \quad \text{se} \quad 51 \geq L'_{n,w}(\text{sem lajeta flutuante}) \geq 48\text{dB}. \end{array} \right.$$

em que  $m'$  é a massa da laje de piso percutida (em  $\text{kg/m}^2$ );  $L_{ER}$  é o comprimento efectivo de paredes envolventes (descontando o comprimento equivalente de vãos) no espaço emissor que ficam adjacentes ao local receptor, com  $L_{ER} \geq 1$  m (se o comprimento de paredes for nulo, existe pelo menos a contribuição dos pilares);  $S_E$  e  $S_R$  correspondem às áreas respectivamente dos compartimentos emissor e receptor (para locais emissores com área superior a  $100 \text{ m}^2$ , considerar no máximo  $S_E = 100$ ).

Devido à configuração das curvas obtidas dos ensaios sobre pavimentos sem revestimento, de baixo para cima (caracterizada por uma componente de agudos geralmente menos relevante do que a que serve de base de cálculo de  $\Delta L_w$  em laboratório [7]), o índice de redução sonora efectivo da solução de “tratamento acústico” de piso, na transmissão de baixo para cima, é habitualmente inferior ao  $\Delta L_w$  calculado de cima para baixo, de acordo com a EN ISO 140-8 [7]. Deste modo, a expressão (3) surge a constante  $K_{inv}$  para ter em conta este comportamento.

### 3 Alguns problemas típicos dos sistemas utilizados para reduzir a transmissão dos ruídos de percussão

#### 3.1 Parquet flutuante

Uma solução usualmente utilizada para reduzir a transmissão dos sons de percussão é o sistema de piso flutuante. Este sistema, utilizado nomeadamente quando se pretende garantir os requisitos acústicos dos edifícios em pavimentos que separam quartos ou salas de fogos de pisos consecutivos, é

constituído por um parquet que assenta sobre uma membrana flexível. Estas membranas apresentam geralmente espessuras da ordem de 2 a 3 mm, sendo o índice de redução sonora indicado pelos fabricantes idêntico para as duas espessuras de membrana. Na realidade constata-se que este resultado não se verifica nas aplicações correntes *in situ*. Na Figura 1 apresentam-se resultados obtidos em ensaios de avaliação do isolamento a sons de percussão, entre dois compartimentos adjacentes de pisos consecutivos (de cima para baixo), para duas situações distintas: uma onde o sistema de pavimento flutuante é composto por uma membrana de 2 mm; e um segundo, nas mesmas condições, mas utilizando uma membrana com 3 mm de espessura. Da análise desta figura observa-se que quando a espessura da membrana é de 2 mm o curva apresenta valores mais altos relativamente aos resultados obtidos utilizando a membrana de 3 mm, sobretudo nas médias frequências. O índice de isolamento aos sons de percussão padronizado da solução com a membrana de 2 mm é de 58 dB, que corresponde a uma perda de eficácia de 4 dB relativamente ao índice de isolamento referente ao parquet flutuante com membrana de 3 mm, cujo resultado é de 54 dB. De facto a informação apresentada pelo fabricante não se confirma. Este resultado deve-se à sujidade existente em obra durante a execução dos pavimentos, constituída por grãos da areia que, no caso das membranas com espessura muito reduzida, funcionam como ligações rígidas entre a laje de suporte e o parquet, promovendo a transmissão de energia entre estes elementos, reduzindo a eficácia prevista. Nestes casos, e por se tornar praticamente impossível evitar a presença destes grãos na construção corrente, recomenda-se a utilização de uma espessura mínima do material resiliente de 3 mm, por forma a garantir uma eficácia adequada da solução.

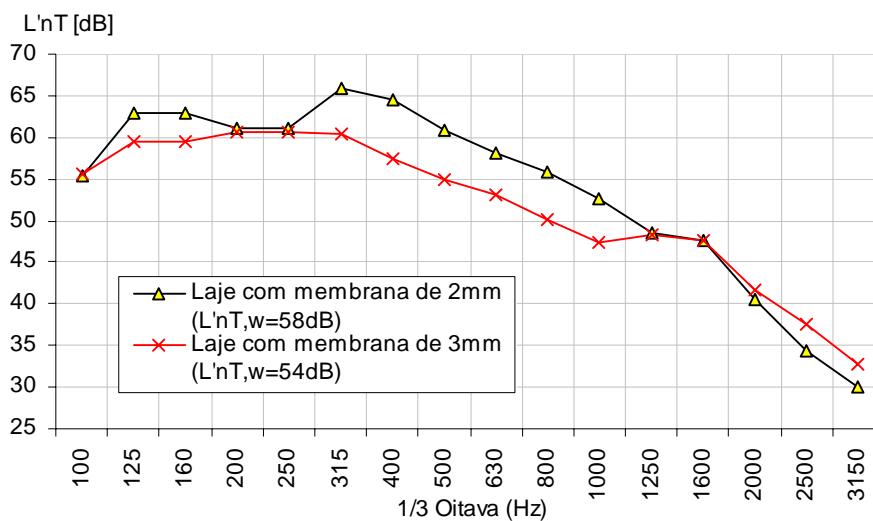


Figura 1 - Nível de pressão sonora padronizado resultante de ensaios de percussão normalizados de cima para baixo, sobre um pavimento com parquet flutuante, em duas situações distintas.

### 3.2 Revestimentos de piso flexíveis

No que concerne à utilização de revestimentos de piso flexíveis para reduzir a transmissão dos ruídos de percussão, uma das soluções possíveis consiste na aplicação de vinílicos de base flexível. Um dos problemas frequentes na execução destas soluções consiste na escolha incorrecta do vinílico a aplicar, sendo frequente a aplicação de vinílicos correntes que possuem um comportamento rígido, ao invés dos vinílicos de base flexível que atenuam a transmissão dos sons de percussão. Na Figura 2 apresenta-se o resultado de um ensaio efectuado *in situ*, entre dois compartimentos de pisos

consecutivos, neste caso, de baixo para cima, onde foi inicialmente aplicado um revestimento cerâmico. Uma vez que o resultado não permitia cumprir as exigências regulamentares foi sugerida a aplicação de um vinílico de base flexível, no entanto, ao invés da aplicação deste vinílico foi aplicado um vinílico corrente (normalmente com um preço muito inferior ao do vinílico de base flexível). Foi realizado um ensaio sobre este revestimento tendo-se verificado um ganho de apenas 1 dB. Caso se tivesse optado por um vinílico de base flexível (por exemplo, com um valor de  $\Delta L_w$  de 18 dB), o resultado previsto seria muito melhor, cumprindo o requisito regulamentar (ver Figura 2).

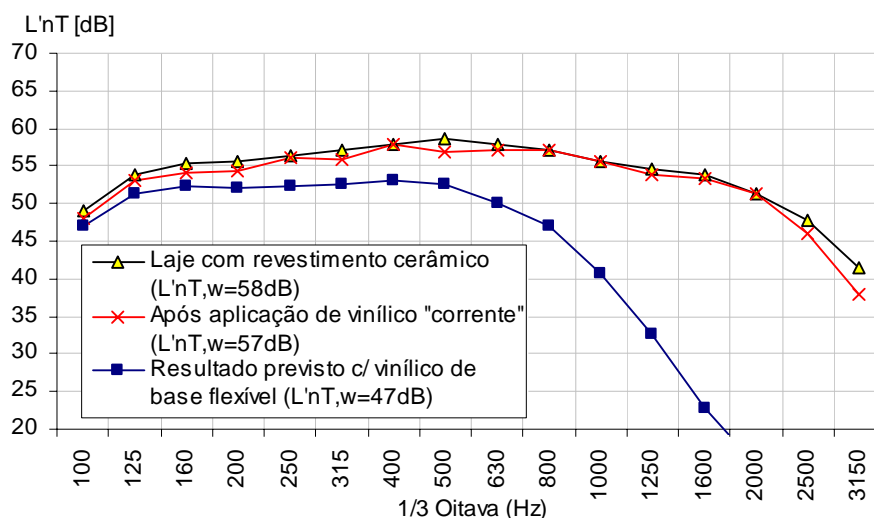


Figura 2 - Nível de pressão sonora padronizado, avaliado com transmissão de baixo para cima, para um pavimento com diferentes tipos de revestimento: cerâmico, vinílico “corrente” e vinílico de base flexível.

### 3.3 Lajetas flutuantes

A execução adequada de lajetas flutuantes deve garantir que não hajam ligações rígidas entre a lajeta e o suporte e entre a lajeta e as paredes laterais e rodapé. No entanto, estes cuidados nem sempre se verificam na prática corrente. Na Figura 3 apresenta-se o resultado da medição realizada *in situ*, entre compartimentos de pisos consecutivos, de baixo para cima, no caso em que a laje não apresenta revestimento e após a execução de uma lajeta onde ficou uma pequena ligação rígida à soleira da porta (neste caso, aparentemente, esta foi a única ligação rígida). Esta figura apresenta ainda o resultado previsto através da aplicação da curva de redução sonora do revestimento de piso dada pelo fabricante sobre a laje sem revestimento. Da análise das curvas verifica-se que o índice de isolamento padronizado previsto com a execução da lajeta flutuante seria de 34 dB, no entanto, verificou-se um valor de  $L'_{nT,w} = 50$  dB, a que corresponde um índice de redução sonora esperado de 22 dB e verificado de 6 dB, bastante inferior àquele. Verifica-se que a existência de um pequeno defeito, que é infelizmente executado com muita frequência, como é o caso da execução de ligações junto às soleiras de portas, condiciona fortemente o resultado final.

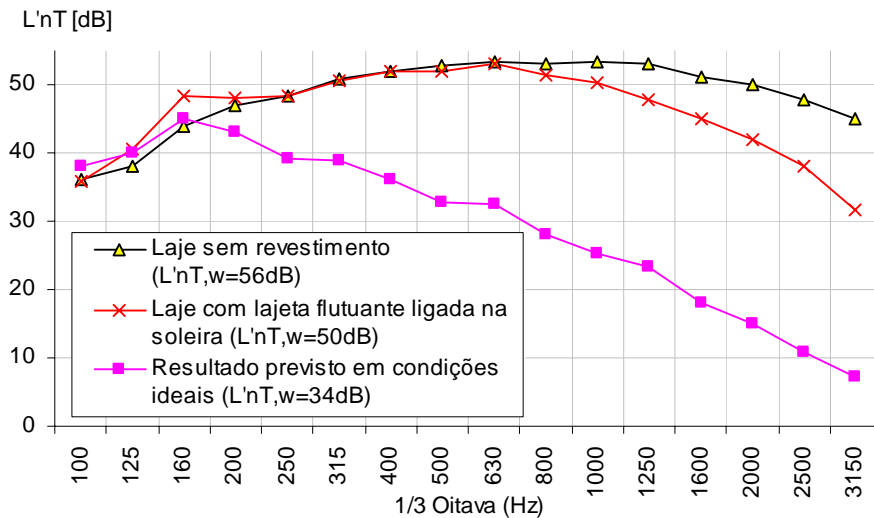


Figura 3 - Nível de pressão sonora padronizado, avaliado com transmissão de baixo para cima, antes e após a execução de uma lajeta flutuante, que apresenta uma pequena ligação rígida à soleira da porta.

Na Figura 4 apresenta-se o resultado de uma medição realizada sobre um pavimento de um espaço comercial com lajeta flutuante, existindo uma ligação rígida entre o pavimento e o rodapé, resultante do uso do cimento-cola para assentamento dos revestimentos. Após a medição, o rodapé foi arrancado de forma a eliminar esta ligação rígida tendo-se repetido o ensaio que se apresenta na mesma figura. Através da análise desta figura é possível verificar que após o arranque do rodapé o índice de isolamento resultante passou de 59 dB para 45 dB apresentando um decréscimo de 14 dB, o que evidencia a grande importância deste tipo de defeito na transmissão dos ruídos de percussão.

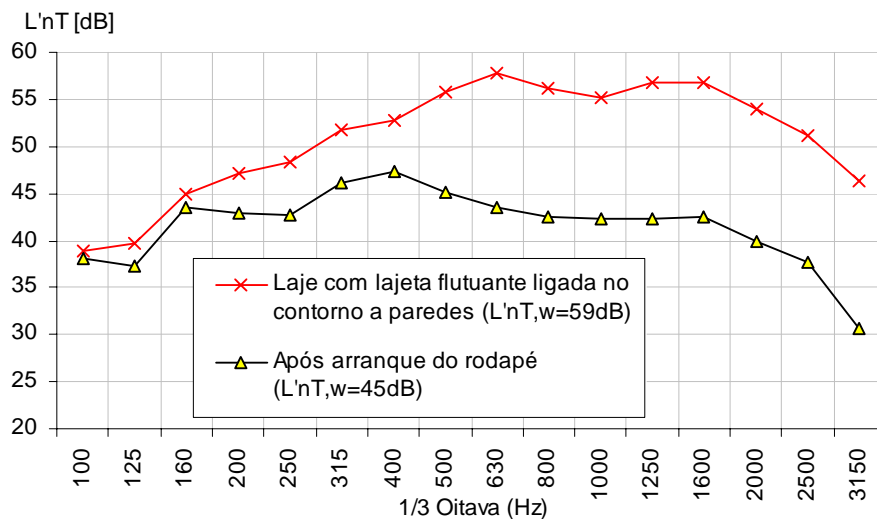


Figura 4 - Nível de pressão sonora padronizado resultante de um ensaio de percussão normalizado realizado de baixo para cima sobre um pavimento com lajeta flutuante apresentando uma ligação rígida entre a lajeta e o rodapé.

#### 4 Importância de pequenos defeitos construtivos na eficácia de sistemas com lajetas flutuantes

No caso dos edifícios mistos, em que o R/C se destina à instalação de um estabelecimento comercial e os andares superiores se destinam a fracções habitacionais é frequente a aplicação de lajetas flutuantes ao nível do R/C por forma a dar cumprimento aos requisitos acústicos regulamentares. Tal como já foi referido anteriormente estas lajetas apresentam muitas vezes defeitos construtivos. Como resultado, os valores medidos *in situ* são claramente piores que os estimados.

Um defeito de execução corrente consiste na execução de lajetas com ligações rígidas através do cimento cola de assentamento do revestimento de piso e do rodapé, conforme se ilustra na Figura 5. Na Figura 6 apresentam-se os resultados de medições efectuadas num edifício de habitação onde foram aplicadas ao nível dos quartos de pisos consecutivos, lajetas flutuantes com revestimento cerâmico, cuja redução sonora prevista em fase de projecto foi de  $\Delta L_w = 18$  dB, mas onde foi observada, após construção, a existência de ligações rígidas entre o revestimento e o rodapé conforme representado na Figura 5. Cada quarto tem dimensões  $3.30 \times 4.20$  m<sup>2</sup>, pé direito de 2.80 m, é delimitado por lajes estruturais em betão maciças com espessura de 0.20 m, duas paredes divisórias em alvenaria de tijolo de 11 cm e duas paredes de fachada duplas de alvenaria de tijolo de 11 + 11 cm.

As medições foram efectuadas entre quartos de pisos consecutivos de cima para baixo (avaliando-se a transmissão directa e marginal) e de baixo para cima (transmissão apenas por via marginal).



Figura 5 - Pormenor da ligação entre o pavimento e o rodapé num quarto onde é visível a existência de ligações rígidas através do cimento cola de assentamento do revestimento de piso e do rodapé.

Aplicando a expressão (2) para estimar o índice de isolamento padronizado de cima para baixo, da laje estrutural, e considerando um valor da contribuição da transmissão marginal  $K = 2$  dB (de acordo com a Tabela 1 da norma EN ISO 12354-2), o índice de isolamento padronizado resultante é  $L'_{nT,w} = 76$  dB. Com o revestimento aplicado a solução final iria permitir obter um índice de isolamento padronizado de  $L'_{nT,w} = 58$  dB.



Aplicando a expressão (3) para estimar o índice de isolamento aos sons de percussão padronizado de baixo para cima, da laje estrutural, o resultado de  $L'_{nT,w}$  seria próximo de 60 dB. Com a lajeta flutuante aplicada, de  $\Delta L_w = 18$ , o valor previsto para  $L'_{nT,w}$  seria próximo de 45 dB.

Comparando os resultados das medições de cima para baixo com os que resultam da expressão (2) verifica-se estes são bastante superiores revelando a existência de defeitos construtivos. Observa-se ainda que no caso dos resultados das medições efectuadas de baixo para cima ( $L'_{nT,w} = 64$  dB), estes são também muito superiores aos estimados e além disso são ainda superiores ao valor estimado para a laje estrutural, sem a lajeta flutuante ( $L'_{nT,w} \approx 60$  dB). Este resultado indicia que a execução de lajeta com este tipo de ligação rígida, além de não introduzir melhorias, piora o resultado relativamente ao caso em que não se aplicaria lajeta flutuante.

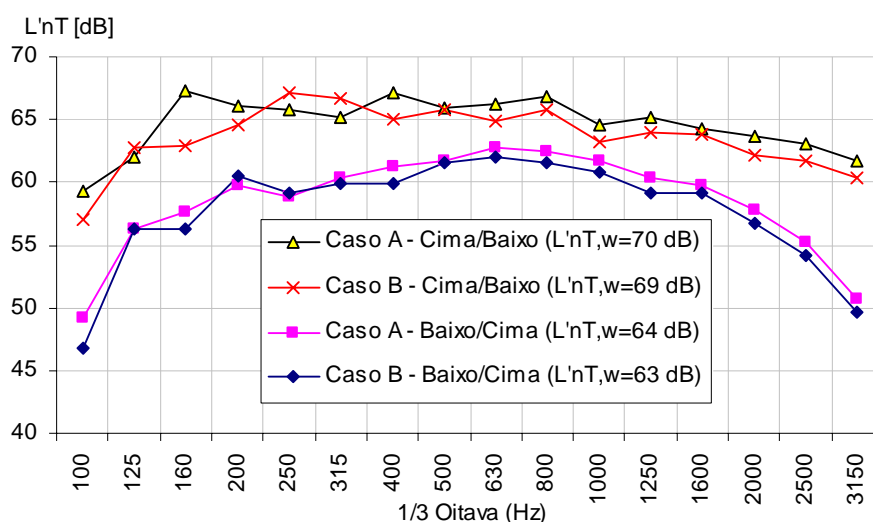


Figura 6 - Nível de pressão sonora padronizado, obtido na transmissão de cima para baixo e de baixo para cima, sobre um pavimento com lajeta flutuante com ligação rígidas no rodapé – Edifício 1.

Outra situação, semelhante à anterior, frequente na execução de lajetas flutuantes em cozinhas é a que se encontra apresentada na Figura 7. Nesta figura é possível verificar a presença de ligações rígidas através do cimento cola de assentamento do revestimento de piso e da parede na cozinha.

Na Figura 7 apresentam-se os resultados de medições efectuadas num edifício de habitação (edifício 2), de cima para baixo e de baixo para cima, nas cozinhas existentes no mesmo alinhamento em pisos consecutivos, onde foram executadas lajetas flutuantes com revestimento cerâmico cuja redução sonora prevista é de  $\Delta L_w = 18$  dB. Através de análise visual verificou-se que estas apresentavam ligações rígidas conforme ilustrado na Figura 7. Os compartimentos apresentam dimensões  $4.90 \times 2.90$  m<sup>2</sup>, pé direito de 2.70 m e divisórias constituídas por: laje estrutural maciça em betão com 0.20 m, três paredes divisórias em alvenaria de tijolo simples de 11 cm e uma parede de fachada, com 2.9 m de largura, praticamente toda envidraçada. Aplicando as expressões (2) e (3), os índices de isolamento padronizados referentes ao pavimento sem e com o sistema flutuante são idênticos aos valores obtidos para o caso anterior. Comparando estes valores com os obtidos das medições verifica-se que os segundos são superiores em 8 dB, para a situação de avaliação do isolamento de cima para baixo. Já no que se refere ao isolamento de baixo para cima os resultados das medições são igualmente superiores ao esperado aproximando-se do índice de isolamento estimado para o pavimento sem revestimento.

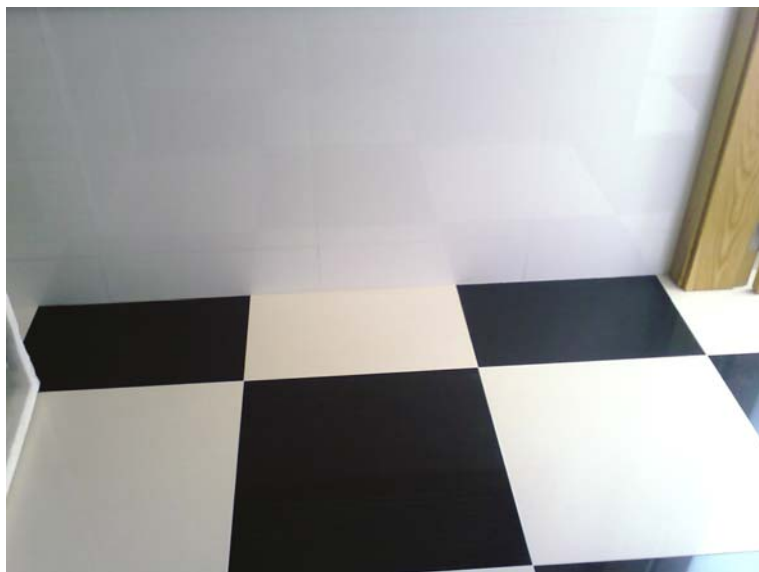


Figura 7 - Pormenor da ligação entre o pavimento e a parede da cozinha onde é visível a existência de ligações rígidas através do cimento cola de assentamento do revestimento de piso e da parede.

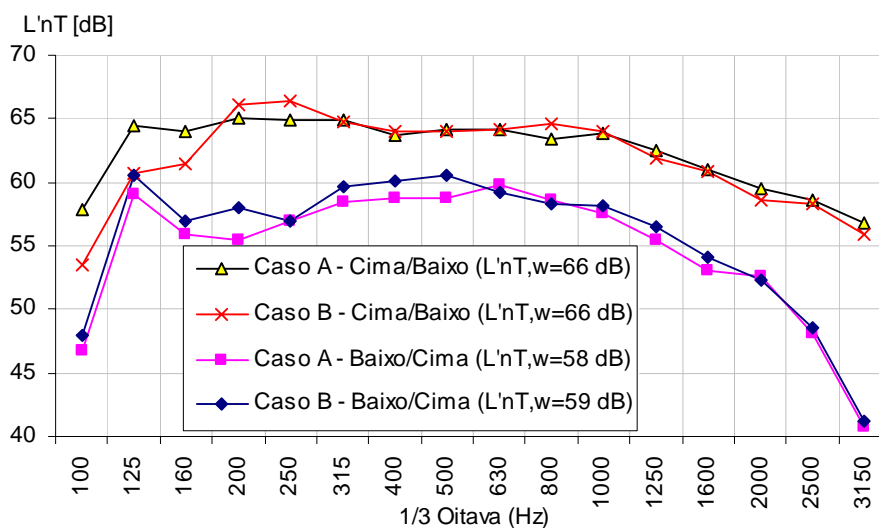


Figura 8 - Nível de pressão sonora padronizado, obtido na transmissão de cima para baixo e de baixo para cima, sobre um pavimento com lajeta flutuante com ligação rígidas no rodapé – Edifício 2.

A Figura 8 apresenta os resultados das medições efectuadas em cozinhas apresentando o mesmo tipo de defeito, mas em que a laje estrutural é fungiforme aligeirada com 0.30 m de espessura (edifício 3). As cozinhas apresentam uma dimensão de 4.9x2.5 m<sup>2</sup> e pé direito de 2.7 m. Aplicando a expressão (2) para estimar o índice de isolamento padronizado, de cima para baixo, o resultado obtido para a laje sem o sistema flutuante é de  $L'_{nT,w} = 80$  dB e com o sistema flutuante aplicado de  $L'_{nT,w} = 62$  dB. No caso do isolamento de baixo para cima, a aplicação da expressão (3) permite obter um resultado de  $L'_{nT,w}$  próximo de 61 dB, para a laje estrutural, e próximo de 46 dB, para a laje com a lajeta flutuante

correctamente aplicada. Comparando estes valores com os obtidos da medição verifica-se que, no caso da avaliação efectuada de cima para baixo, os valores da medição são superiores em 6 dB. No caso da avaliação de baixo para cima os valores medidos são bastante superiores ao estimado (cerca de 17 dB). Verifica-se ainda que o resultado da medição chega a ser superior ao valor estimado para o pavimento sem a lajeta flutuante, evidenciando novamente que este tipo de defeito piora o resultado relativamente à situação de não execução da solução construtiva.

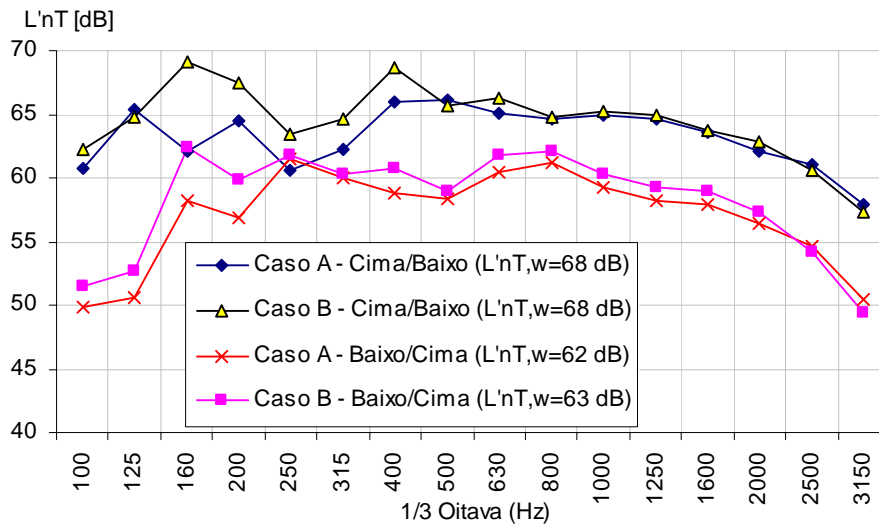


Figura 8 - Nível de pressão sonora padronizado, obtido na transmissão de cima para baixo e de baixo para cima, sobre um pavimento com lajeta flutuante com ligação rígidas no rodapé – Edifício 3.

## 5 Conclusões

Neste trabalho foi efectuada uma abordagem ao estudo do efeito da presença de defeitos em soluções geralmente utilizadas para corrigir a transmissão do isolamento aos sons de percussão. Foram apresentados diversos resultados de medições *in situ* resultantes de ensaios de percussão normalizados, onde se verificou a presença de defeitos construtivos. Avaliaram-se situações em que a transmissão se dá de cima para baixo, mas também o caso da transmissão de baixo para cima. Verificou-se que a presença de defeitos na execução destas soluções pode condicionar de forma acentuada a sua eficácia. O caso dos defeitos existentes na execução de lajetas flutuantes foi aprofundado tendo-se constatado que a execução de ligações rígidas, resultantes da aplicação de cimento-cola para fixar os revestimentos cerâmicos, nos cantos entre o pavimento e os rodapés ou entre o pavimento e os revestimentos cerâmicos das paredes, poderá conduzir, na avaliação do isolamento de baixo para cima, a resultados próximos dos valores obtidos se não tivesse sido efectuada qualquer solução de correcção ou mesmo piores. Dos seis casos avaliados, nos três edifícios, com lajeta flutuante rigidamente ligada ao rodapé, supostamente através do cimento cola, quatro deles apresentam resultado pior que o previsto para a situação sem qualquer lajeta flutuante.

## Referências

- [1] PORTUGAL. Leis, Decretos. Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, *aprovado pelo Dec. Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio, com a nova redacção dada pelo Dec. Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho*.
- [2] EN ISO 140-7: 1998. Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors.
- [3] EN ISO 717-2: 1996. Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 2: Impact sound insulation.
- [4] EN 12354-2: 2000. Building acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 2: Impact sound insulation between rooms.
- [5] Patrício, J. Viçoso. *Acústica nos Edifícios*, LNEC, Lisboa, 2004.
- [6] Mateus, D.; Santos, P. Proposta de Metodologia Simplificada para Previsão da Transmissão Marginal Inversa de Sons de Percussão. *V Congresso Iberoamericano de Acústica*, Santiago de Chile, 25-28 Outubro 2006, paper ID: A061 /pp. 1-10.
- [7] EN ISO 140-8: 1998. Acoustics-Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 8: Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on a heavyweight standard floor.