

CONTROLO DE RUÍDO E VIBRAÇÕES PROVOCADOS PELOS EQUIPAMENTOS DO SISTEMA DE AVAC INSTALADOS NUMA UNIDADE HOTELEIRA

PACS 43.40.Tm

Mateus, Mário L. O. S.; Gameiro da Silva, Manuel C.; Martins, Bruno G. P.
ADAI – Departamento de Engenharia Mecânica
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra – Pólo II
3030-201 Coimbra, PORTUGAL
Tel. (351) 239 708 580 Fax: (351) 239 708 589
E-mail: mario.mateus@adai.pt, manuel.gameiro@dem.uc.pt, bruno.martins@adai.pt

ABSTRACT

A study carried out, with the objective of controlling the noise and vibration level induced by the chillers of the HVAC in the last floor of a hotel unit located in the city of Coimbra, is presented. The corrective measures were selected based upon the results of measurements of the noise equivalent level inside the room during one day and of the velocity of vibration of the ceiling of the analysed room. The implemented solutions improved substantially the indoor environmental conditions in the previously affected area, allowing a reduction of both noise and vibration levels, which allowed the use of two rooms that before were not disposable because comfort conditions were out of the range required by the hotel management.

RESUMO

Apresenta-se um estudo efectuado numa unidade hoteleira da cidade de Coimbra que teve por objectivo o controlo do nível de ruído e da intensidade das vibrações induzidas na estrutura do edifício cujos valores afectavam, significativamente, o conforto dos hóspedes num piso dessa unidade. Partindo dos resultados das medições de ruído e das vibrações mecânicas, foi possível a selecção das soluções correctivas que permitiriam atenuar de forma significativa o efeito dos estímulos de desconforto referidos na zona afectada. Após a implementação das correcções preconizadas, a unidade hoteleira passou a poder utilizar dois quartos de que anteriormente não se podia servir devido ao nível de incomodidade a que estariam sujeitos os hóspedes.

Palavras-chave: Acústica, Ruído de edifícios, Vibrações.

INTRODUÇÃO

A unidade hoteleira objecto da intervenção descrita no presente artigo é um hotel de quatro estrelas situado na cidade Coimbra, em que havia um problema de excesso de ruído e vibração nos quartos situados no último piso, provocado pelas instalações de AVAC localizadas imediatamente por cima, na cobertura do edifício. Dado que os quartos em causa não podiam ser disponibilizados pela gerência do hotel, pelo facto de as condições ambientais no interior dos mesmos não serem consentâneas com o padrão e a imagem de qualidade da

cadeia hoteleira a que pertence este hotel, foi solicitado aos autores uma análise da situação que pudesse indicar pistas para a resolução do problema.

AVALIAÇÃO INICIAL

A caracterização inicial do nível de ruído no interior do quarto que fica imediatamente por baixo da zona da cobertura do edifício onde se encontram instalados os *chillers* dos sistemas de HVAC, fez-se a partir da monitorização contínua do nível equivalente de ruído, $L_{Aeq,T}$. Utilizou-se um sonómetro integrador, Brüel & Kjær, tipo 2231, em que se registaram sequencialmente, durante 24 horas, os valores do nível equivalente de ruído $L_{Aeq,T}$ de períodos com a duração de de 15 min, tendo-se obtido, assim, um registo com um total de 96 amostras (cfr. Figura 1).

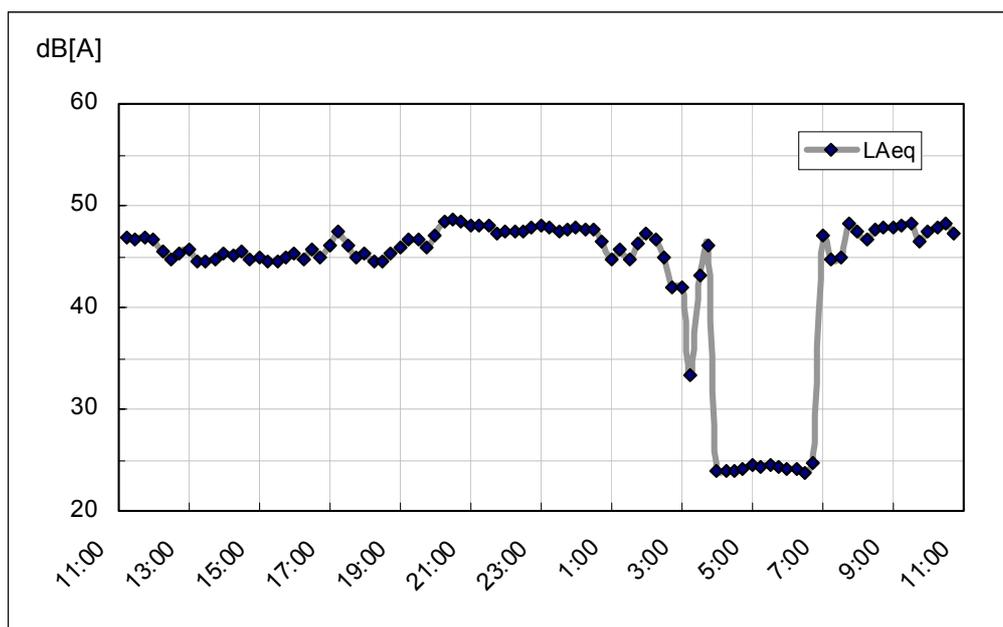


Figura 1 – Evolução do nível equivalente de ruído no interior do quarto analisado

A recolha de dados decorreu entre as 11h00 do dia 5/6/2004 e as 11h00 do dia 6/6/2004. O registo contínuo permite perceber que o nível sonoro no interior deste quarto é fortemente condicionado pelo funcionamento dos compressores do sistema de AVAC, uma vez que, após desligar esses equipamentos, o nível de ruído diminui de forma muito significativa. Assim, o nível equivalente de ruído, $L_{Aeq,T}$, no interior do quarto, quando os compressores do sistema de climatização estão em funcionamento, é de 46 dB, baixando para 24 dB, quando os mesmos se encontram desligados, o que ocorre durante a noite, entre as 4 horas e as 7 horas. Foi também efectuada, no interior do mesmo quarto, uma análise em frequência por bandas de terço de oitava, do ruído ocorrente durante o período de maior incomodidade. Utilizou-se, para o efeito, um sonómetro Brüel & Kjær, tipo 2260 – Investigator. Os resultados dessa análise são apresentados na figura 2, na qual é patente uma predominância da banda de terço de oitava centrada nos 50 Hz que, naturalmente, é aquela que mais contribui para o valor global do ruído medido.

Para além da medição dos níveis de ruído, foram também analisadas as vibrações. Essa medição foi efectuada utilizando um acelerómetro uniaxial PHILIPS PR9365E/05 ligado a uma ponte amplificadora modelo PR9307. Para a aquisição e processamento do sinal utilizou-se um sistema de medição PULSE da Brüel & Kjær, tipo 3560C. Na Figura 3 representa-se uma análise espectral do valor eficaz da velocidade de vibração na direcção Z da lage constituinte do tecto do quarto, sobre a qual se encontram instalados os *chillers* do sistema de AVAC. É possível identificar, à semelhança do acontecido relativamente ao ruído, uma forte componente na banda de 50 Hz. Também nas bandas de frequências iguais ou superiores a

63 Hz a velocidade da vibração do tecto tem amplitude suficiente ($V_{\text{eficaz}} \geq 0,03\text{mm/s}$) para que o ruído gerado seja audível.

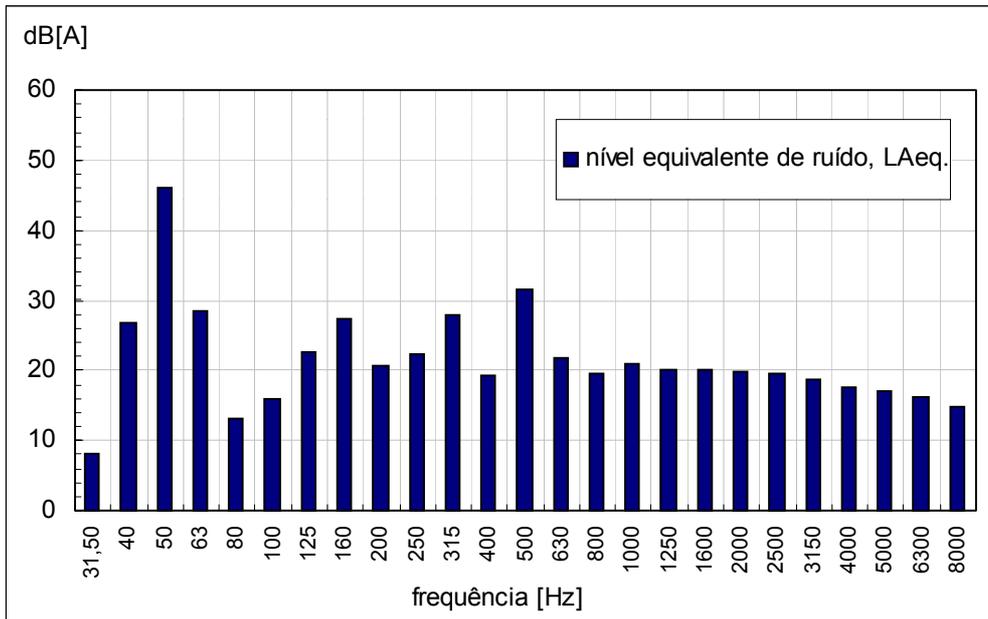


Figura 2 – Análise espectral, por bandas de 1/3 de oitava, do ruído no interior do quarto analisado no último piso do edifício.

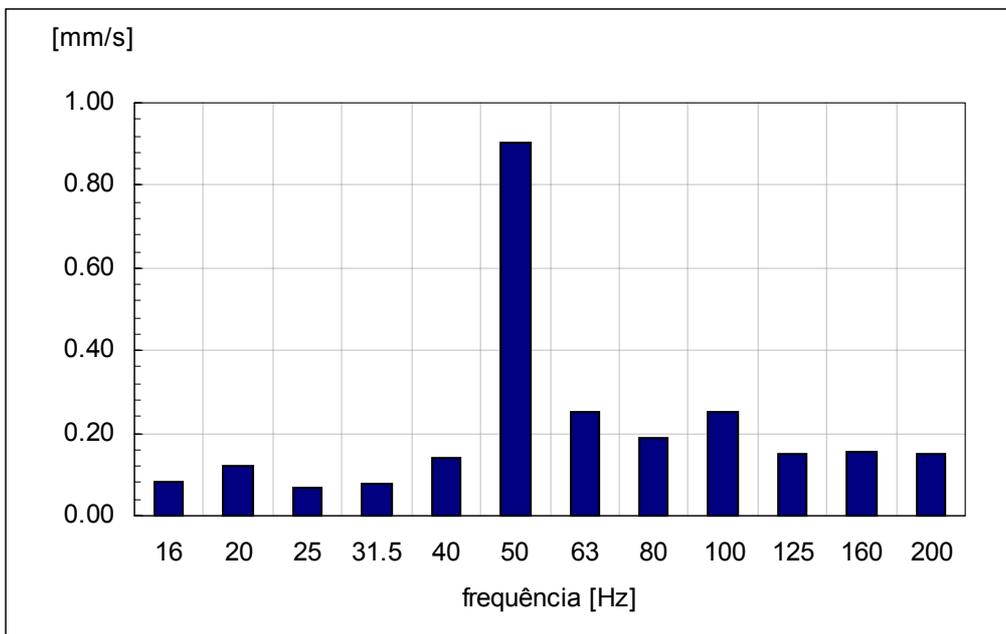


Figura 3 – Análise espectral, por bandas de 1/3 de oitava, do valor eficaz da velocidade da vibração do tecto do quarto analisado.

MEDIDAS CORRECTIVAS A IMPLEMENTAR

Como referido, pela análise das medições efectuadas foi possível observar uma forte relação entre a componente espectral do ruído e a componente espectral da vibração,

correspondente à banda dos 50 Hz. Sendo preponderante a componente estrutural do ruído, seria adequado pensar na selecção de apoios anti-vibratórios que permitissem a atenuação da transmissão das forças exercidas pelos sistemas instalados sobre a cobertura dos quartos.

Consultado o manual de características técnicas dos *chillers*, foi possível conhecer a distribuição do seu peso total de 3700 kg pelos seis apoios da estrutura onde eles se encontram instalados.

Apoio	1	2	3	4	5	6
Carga (Kg)	1025	1025	1500	1500	1175	1175

Para atenuar a transmissão das vibrações à estrutura do edifício seleccionaram-se uns apoios anti-vibratórios da marca Paulstra, modelo V1B1135-27, em que cada apoio é construído a partir de duas molas de aço. Para o cálculo dos dos apoios seleccionados utilizou-se a aplicação de software Paulstrasoft, apresentando-se a curva de transmissão resultante na Figura 4.

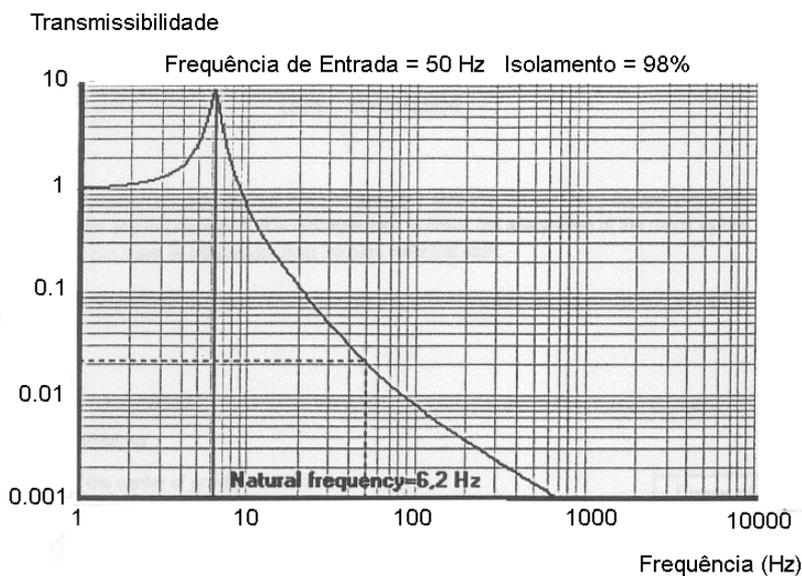


Figura 4 – Curva de transmissão do sistema de amortecimento utilizado



Figura 5 – Apoios instalados e vista de conjunto dos “chillers”.

VERIFICAÇÃO DAS MEDIDAS CORRECTIVAS IMPLEMENTADAS

Após a colocação dos apoios anti-vibratórios, repetiram-se as medições de ruído e de vibração anteriormente efectuadas, de forma a avaliar a atenuação conseguida com a solução correctiva entretanto implementada. Efectuou-se um novo registo contínuo de ruído entre as 11h00 do dia 18/06/2004 e as 4h30 do dia 19/06/2004. Na figura 6, onde se comparam os níveis de ruído antes e depois da colocação dos apoios anti-vibratórios, pode-se constatar que, nos períodos de maior incomodidade, quando os compressores do sistema de climatização se encontram em funcionamento, houve uma diminuição do nível equivalente de ruído da ordem de 14 dB(A). O nível equivalente de ruído no quarto, após a intervenção, passou a estar sempre abaixo de 35 dB(A), o que já garante condições propícias ao sono e ao repouso.

Na figuras 7 e 8 comparam-se, respectivamente, as análises em frequência dos sinais do nível equivalente de ruído e da velocidade de vibração, no período de maior incomodidade, antes e depois da solução correctiva. É patente a atenuação conseguida, que teve efeito em praticamente todas as bandas de terço de oitava, sendo particularmente significativa na banda dos 50 Hz. No nível equivalente de ruído, a atenuação conseguida na banda de terço de oitava centrada nos 50 Hz foi da ordem de 19 dB(A), enquanto, no que diz respeito à velocidade de vibração ocorreu, para essa banda, um redução dos 0.90 mm/s para os 0.08 mm/s.

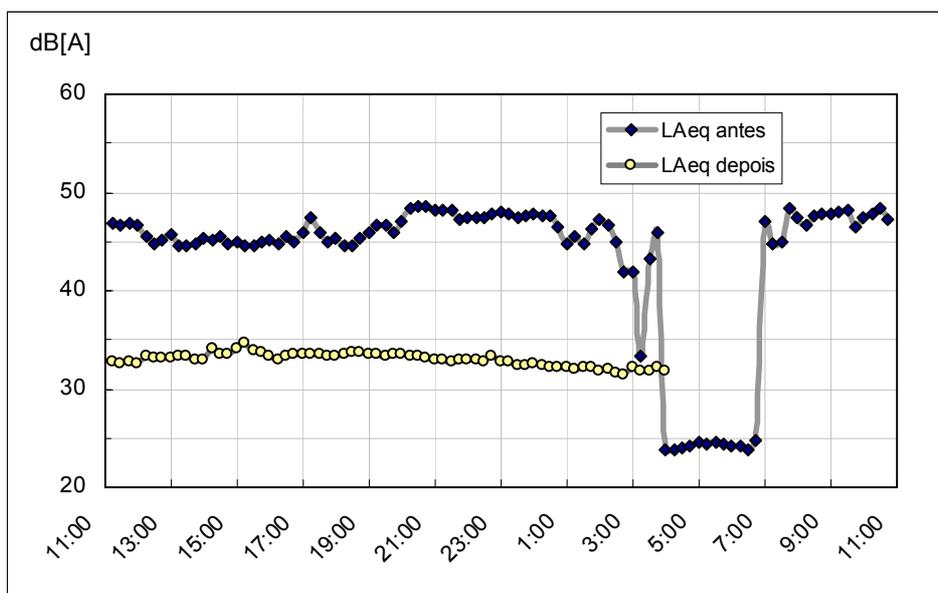


Figura 6 – Evolução do nível equivalente de ruído no interior do quarto analisado, antes e depois da implementação das medidas correctivas

CONCLUSÃO

Com base nos resultados de uma campanha de medições em que se avaliaram os níveis de ruído e de vibração no interior de um dos quartos do hotel em que estes valores eram considerados muito elevados, procedeu-se à selecção dos apoios anti-vibratórios para os chillers do sistema de ar condicionado instalados na cobertura do edifício. As avaliações efectuadas consistiram numa monitorização durante um dia do nível equivalente de ruído e na análise em frequência do ruído e da velocidade de vibração no tecto do quarto, ambas durante o período de maior incomodidade. Após a implementação das medidas correctivas preconizadas, procedeu-se a uma nova campanha de medições, em que foram repetidos os ensaios realizados anteriormente, tendo-se constatado melhorias substanciais que viabilizaram a utilização dos quartos de uma zona até aí inoperacional, devido ao excesso de incomodidade. Após as medidas correctivas o valor do nível equivalente de ruído passou a

estar sempre abaixo dos 35 dB(A), o que garante condições propícias para o sono e o repouso.

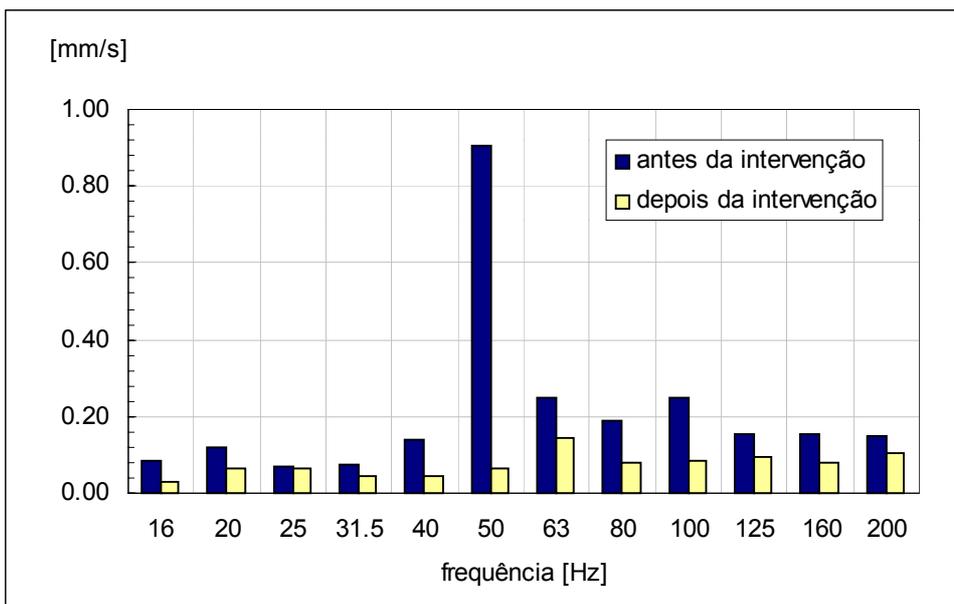


Figura 7 – Análise espectral, por bandas de 1/3 de oitava, do valor eficaz da velocidade da vibração do tecto, antes e depois das medidas correctivas.

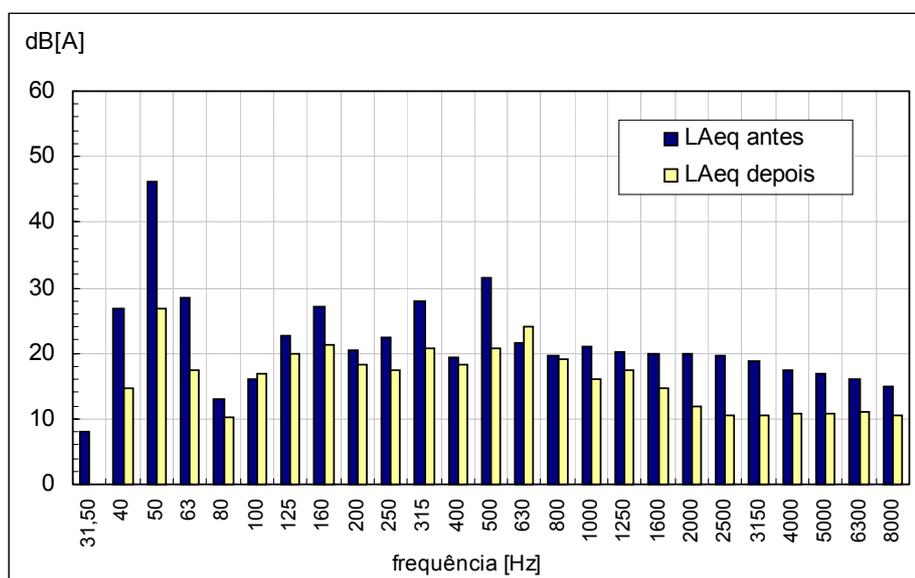


Figura 8 – Análise espectral, por bandas de 1/3 de oitava, do ruído no interior do quarto analisado, antes e depois das medidas correctivas.

REFERÊNCIAS

Regulamento Geral sobre o Ruído, Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de Novembro, Coleção Regulamentos, Porto Editora, Porto, 2002

ISO 2631, *Mechanical vibration and shock - evaluation of human exposure to whole-body vibration*, Geneva: International Standard Organization, 1997.