

TRATAMENTO ACÚSTICO EM GALPÃO DE RECUPERAÇÃO DE CARCAÇAS

REFERÊNCIA PACS: 43.50.Gf

Belderrain, Maria Luiza Rocha
Consultoria Acústica
R. Vergueiro, 4.241 / 13 cep 04101-300
São Paulo – SP. Brasil
Tel: 55 11 5 751 861
Fax: 55 11 5 751 861
E-Mail: mlacustica@ig.com.br

ABSTRACT

This paper presents an acoustical treatment realized in a large aluminum factory. During reinforcement operations in the aluminum casings, noise levels reach 127 dBA value - with impact noise - and 103 dBA value - with continuous noise. Previous noise doses indicated a 88 dBA level. Trying to minimize this situation, we identified the unique solution as being the application of a special absorbent material in the room's walls and roof. This material, a projected mineral fiber, incombustible and very absorbent, could reduce the reflected sound energy in the room. Indeed, after the acoustical treatment the room's reverberation time was reduced and consequently the reverberant acoustic field. New noise doses then realized showed a gain of 4 dBA.

RESUMO

Este trabajo presenta el estudio acústico efectuado en un galpón de recuperación de cubas de aluminio donde los niveles sonoros debido a las operaciones de martillazos (ruido de impacto) y lijadoras (ruido continuo) son muy elevados, 127 dBA y 103 dBA respectivamente. El tiempo de reverberación del galpón era muy largo, debido a las dimensiones grandes y superficies lisas de acabado. Para disminuir el valor de las dosimetrías de los trabajadores - cerca del 88 dBA en media - se optó por un tratamiento en el ambiente, a través de revestimiento a la base de fibra mineral proyectada en las paredes y techo del galpón. Las nuevas mediciones que fueron realizadas, demuestran que fue alcanzado el resultado tan solo alterando el campo reverberante sonoro.

INTRODUÇÃO

A tarefa de recuperação de cubas de alumínio, as quais são utilizadas na fabricação de lingotes de alumínio, exige que os operadores utilizem marretas e grande força de impacto a fim de desfazer as imperfeições produzidas na carcaça das mesmas. Tal operação gera níveis de ruído muito elevados, expondo os trabalhadores a doses de ruído altas, o que foi comprovado com medições realizadas "in loco".

Como não era possível providenciar amortecimento ao choque, a opção de tratamento acústico viável tornou-se a aplicação de revestimento absorvente nas paredes e teto do galpão de recuperação de cubas. As medições posteriores ao tratamento indicaram que as dosimetrias caíram ao nível próximo de 85 dBA, atingindo o objetivo esperado.

MEDIÇÕES ACÚSTICAS

As avaliações acústicas foram feitas com instrumental de precisão, digital, capacidade de integração e filtro de terças / oitavas acoplado. As leituras do ruído de impacto - marretadas - foram feitas em nível máximo de ruído e constante de aquisição de tempo "impulse". As leituras do ruído contínuo - lixadeiras - foram feitas em nível equivalente de ruído e constante "fast". A Tabela 1 apresenta os espectros respectivos.

Tabela 1 - Níveis de Ruído em Sala de Recuperação de Cubas

fonte	Frequência (Hz)										
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	A
marret.	107	111	115	127	121	122	119	113	106	97	127
lixadei.	70	73	72	76	81	93	93	95	92	81	103

Podemos comentar da Tabela 1:

- .o espectro sonoro do ruído de impacto (marretadas) é de faixa larga, sem descontinuidades e a concentração da energia sonora se dá entre 250 Hz e 2.000 Hz;
- .o nível medido é muito severo e pode prejudicar a saúde auditiva dos operadores;
- .o espectro sonoro do ruído contínuo (lixadeira) é de faixa larga, sem descontinuidades e a concentração da energia sonora ocorre a partir de 1.000 Hz, altas frequências;
- .o nível medido também é muito severo e para avaliar o risco à saúde auditiva, somente através de monitoramento pessoal (dosimetria).

CONSIDERAÇÕES SOBRE DOSIMETRIAS COM RUÍDO DE IMPACTO

As dosimetrias acústicas em presença de ruído de impacto, ou quando o ruído é essencialmente de impacto, não são amostras representativas da exposição dos trabalhadores. Isto ocorre porque os dosímetros trabalham em resposta dinâmica lenta (*slow*), cuja constante de tempo é de 1 segundo e que não possui a velocidade necessária para avaliar e integrar corretamente os ruídos impulsivos, de duração de dezenas de milissegundos.

Assim, as dosimetrias nessas condições de exposição são errôneas, podendo subestimar a exposição. Não há solução exata para esse problema, porém recomenda-se:

- .usar o dosímetro com resposta *fast*, que possui constante de tempo de 125 milissegundos (melhor aproximação do que a resposta *slow*);
- .usar medidores integradores de Lavg com resposta rápida ou impulso (neste último caso, o medidor pode não aceitar o uso do "impulso" no Lavg);
- .avaliar o ruído diretamente comparando com os critérios de ruído de impacto, preferivelmente da ACGIH.

RESULTADOS DAS DOSIMETRIAS INICIAIS

Um levantamento inicial das doses de ruído no galpão de recuperação de cubas antes do tratamento acústico realizado no local, para a função de caldeireiro - cujas atribuições são: operação com marreta, maçarico, lixadeira e teodolito ou solda - pode ser visto na Tabela 2. Neste caso, a norma da empresa estabelece que se faça o monitoramento pessoal de ruído em cinco dias de trabalho seguidos, para se obter o valor médio representativo. Aqui são apresentados os resultados de apenas três dias.

Tabela 2 - Dosimetrias de Ruído em Sala de Recuperação de Cubas

Nome	Função	Critério	17.11.97	18.11.97	19.11.97	média
J.Silva	caldeireiro	dBA / TWA -8	87.3	91.0	93.0	90.4
J.Figueiredo	caldeireiro	dBA / TWA -8	87.5	87.8	83.9	86.4
M.Fonseca	caldeireiro	dBA / TWA -8	83.7	85.9	90.0	86.5

FILOSOFIA DO PROJETO ACÚSTICO

O desenvolvimento do projeto de tratamento acústico para a "Oficina de Reparos nas Carcaças das Cubas", com o intuito de reduzir as dosimetrias de ruído dos operadores, mostrou que o parâmetro mais importante a ser analisado era a diminuição da reverberação interna do galpão. Isto porque toda propagação sonora dentro de um espaço fechado é composta por duas parcelas, uma devida ao som direto - campo próximo - e outra devida ao som refletido nas superfícies do ambiente - campo reverberante.

O campo próximo somente pode ser alterado com modificações na própria máquina ou na operação, ou ainda com medidas de controle de ruído que se interponham entre a fonte e o receptor. No caso em estudo, nenhuma dessas opções era possível de ser executada. Sendo assim, a alternativa que se apresentou viável foi interferir no campo reverberante sonoro, através da aplicação de material absorvente acústico nas paredes e teto do galpão.

Na condição inicial, o galpão de recuperação de carcaças possui as paredes e teto lisos (em alvenaria e chapa de alumínio) e a energia sonora é refletida em sua quase totalidade, havendo alguma perda somente em função da distância percorrida pela onda. Após a implantação do tratamento acústico proposto, a mesma energia sonora será refletida em apenas 30% a 40% do total incidente, implicando em diminuir sobremaneira a parcela do som refletido em relação à condição "sem tratamento".

Para os trabalhadores que estão junto às operações de recuperação de carcaças, o som direto (sem qualquer perda) é tão preponderante que pode chegar a "mascarar" a diminuição obtida na parcela do som refletido. Entretanto, essa diminuição será sentida pelas pessoas que não estão na frente de trabalho, tais como os supervisores: eles terão chance de perceber auditivamente a queda no tempo de reverberação sonora do ambiente, após o tratamento acústico.

Concluimos, então, que a influência do material absorvente projetado nas paredes e teto do galpão de recuperação de carcaças sobre os operadores é mínima, ainda mais considerando as grandes dimensões da sala. Uma redução de poucos dBA na dose desses operadores será possível caso as suas rotinas de trabalho incluam alguma tarefas no campo distante das fontes

sonoras. Já funções como a dos supervisores (e outras pessoas que não ficam em contato direto com as fontes de ruído) serão muito beneficiadas com o tratamento acústico realizado.

CÁLCULOS DE REDUÇÃO SONORA POR ABSORÇÃO

Pode-se avaliar a redução alcançada no nível sonoro refletido L_r com a introdução de material absorvente numa sala, segundo a expressão:

$$\text{Redução } L_r = 10 \log (A / A_0)$$

onde: A_0 = absorção total da sala antes do tratamento acústico;
 A = absorção total da sala após o tratamento acústico.

No presente estudo, as dimensões do galpão são: [16,50 m x 28,00 m x 8,50 m], respectivamente largura, profundidade e pé-direito. Nessas condições, o volume do galpão equivale a $V = 3.927 \text{ m}^3$. A Tabela 3 apresenta os coeficientes de absorção sonora dos materiais especificados no projeto, quais sejam: blocos de concreto pré-fabricados (paredes - superior), chapas de alumínio 0,7 mm (cobertura e paredes - inferior), concreto (piso) e o revestimento acústico proposto à base de fibra mineral projetada tipo BLAZE-SHIELD, material incombustível, inerte e inorgânico, com espessura de 25 mm, nas superfícies de paredes e teto do galpão de recuperação de cubas.

Tabela 3 - Coeficientes de absorção α dos materiais

Frequência (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	NRC	
alvenaria, concreto		0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,025
chapa alumínio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,015	
rev. acústico, 25 mm	0,13	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	0,850	

Computando as superfícies de paredes, piso e teto nas condições sem e com o tratamento acústico e multiplicando-se pelos respectivos coeficientes de absorção sonora, obtemos a absorção total sem e com o tratamento acústico. Assim:

.absorção total sem trat. acústico = 31,8 m^2 .sabin

.absorção total com trat. acústico = 910,2 m^2 .sabin

Portanto, a redução sonora esperada no campo acústico reverberante, com a aplicação de revestimento absorvente constituído por uma camada de 25 mm de fibra-mineral projetada, tipo BLAZE-SHIELD, nas superfícies de alumínio é da ordem de 13 dBA +/- 1.

CRITÉRIOS PARA A AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A metodologia utilizada pelo cliente para a obtenção de dosimetrias de ruído consiste em coletar cinco amostras de uma mesma função, em dias consecutivos, e calcular os parâmetros média e desvio-padrão geométricos. Para que esses valores sejam representativos, a variabilidade entre os resultados mínimo e máximo das dosimetrias realizadas não pode ser muito alto, o que significa obter um desvio-padrão pequeno.

A primeira bateria de dosimetrias realizadas após a execução do tratamento acústico no galpão indicou uma variação muito grande nas leituras, o que foi confirmado pelo elevado desvio padrão obtido = 1,7. Este resultado não permitiu que se tirasse uma conclusão precisa das medições, sugerindo que houve rotinas ou atividades diferenciadas, de tal modo que as exposições ao ruído apresentaram grande flutuação.

Por outro lado, é sabido que os operadores que executam as tarefas com marreta, lixadeira e corte com grafite ficam muito próximos (menos de 1,0 m) às fontes sonoras, ou seja, estão localizados no "campo acústico direto" das mesmas. Assim, era de se esperar para tais operadores valores altos de dosimetrias, mesmo com o ambiente tratado.

Sendo assim, foi sugerido ao cliente realizar novas avaliações (desta vez auditadas) para conseguir obter um conjunto de amostras mais homogêneo: pouca variabilidade entre os valores máximo e mínimo e, portanto, desvio padrão reduzido. As novas dosimetrias indicaram um ganho real de 4 dBA, pois a dose média obtida chegou a 84.8 dBA.

CONCLUSÕES

O trabalho de recuperação de carcaças de alumínio, realizado dentro de galpões de grande volume, impõe altos níveis de ruído aos operadores que têm como tarefas utilizar a marreta, a lixadeira e o corte com grafite. O uso de tais ferramentas numa superfície metálica e muito rígida cria uma situação crítica de exposição a ruído, incluindo ruído de impacto e ruído contínuo.

Na impossibilidade de se amortecer o choque ou criar anteparos entre fonte e receptor, o problema foi minimizado através de tratamento acústico no ambiente. Esse tratamento consistiu na aplicação de material absorvente a base de fibra mineral projetada - incombustível, inerte e inorgânica - nas paredes e teto do galpão. Com isso, foi reduzido sensivelmente o campo sonoro reverberante e, desse modo, as dosimetrias dos operadores baixou para valores inferiores a 85 dBA para uma jornada de trabalho de 8 hs, que é o padrão constante na legislação brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.1 Desenhos técnicos (plantas e cortes) do galpão de recuperação de carcaças, fornecido pelo cliente.
- A.2 Engineering Noise Control - David Bies and Colin Hansen - E & FN Spon - 1996.
- A.3 Handbook of Noise Control - Edited by Cyril M. Harris - Mc Graw-Hill -1979.
- A.4 Noise and Vibration Control - Edited by Leo Beranek - Mc Graw-Hill - 1971.