

ACÚSTICA & VIBRAÇÕES

Nº 16

DEZEMBRO 1995



- RESPOSTAS A PERGUNTAS E QUEIXAS COM RELAÇÃO A AUDIÇÃO E A PROTETORES AUDITIVOS (PARTE I, II e III)
- A IMPORTÂNCIA DA ACÚSTICA E DA PSICOACÚSTICA PARA A AUDIOLOGIA : A INFLUÊNCIA DA ACÚSTICA DAS SALAS DE AULA NA PERCEPÇÃO DA FALA
- DICAS PARA CONTROLE DE RUÍDO
- CONTROLE DE RUÍDO DE MÁQUINAS
- CADASTRO DOS ASSOCIADOS - 1995
- NOTÍCIAS
- REATIVAÇÃO DA PRODUÇÃO DE NORMAS EM ACÚSTICA ARQUITETÔNICA E AMBIENTAL
- RECOMENDAÇÕES DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE SOBRE RUÍDO INDUSTRIAL

Revista da Sociedade Brasileira de Acústica - SOBRAC

ACÚSTICA & VIBRAÇÕES

EXPEDIENTE

REVISTA SEMESTRAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Depto. Eng. Mecânica da UFSC
Campus Universitário
Cx. Postal 476 - Florianópolis SC
CEP: 88040-900 - Brasil
Tel. (048) 231-9227/234-4074
Fax. (048) 234-1524/234-1519

DIRETORIA SOBRAC 94/95

Samir N. Y. Gerges - Presidente
Elvira B. Viveiros - Vice-Presidente
Sylvio Bistafa - 1º Secretário
Silvânia Gonçalves - 2º Secretário
Ulf H. Mondl - 1º Tesoureiro
Jorge C. Pinto - 2º Tesoureiro

CONSELHO SOBRAC 94/95

Honório Cavicchioli Lucatto
Manoel Marteleto
Carlos Moacir Grandi
Paulo Dias de Campos
Roberto M. Heidrich
Stelamaris Rola
Thelma R. S. Costa
Fernando H. Aidar
Ana Cláudia Fiorini
Luciano N. Marcolino

EDIÇÃO:

Samir N. Y. Gerges
Mauricy Souza

EDITORIAÇÃO ELETRÔNICA

Mouse Informática Ltda
Fone: (048) 223-5076

Apenas matérias não assinadas são de
responsabilidade da Diretoria.

Matérias, notícias e informações para publicação
na Revista, podem ser enviadas para a

SOBRAC (End. acima)

Florianópolis (SC) - Dezembro de 1995

ÍNDICE

RESPOSTAS A PERGUNTAS E QUEIXAS COM RELAÇÃO A AUDIÇÃO E A PROTETORES AUDITIVOS (PARTE I)	03
RESPOSTAS A PERGUNTAS E QUEIXAS COM RELAÇÃO A AUDIÇÃO E A PROTETORES AUDITIVOS (PARTE II)	08
RESPOSTAS A PERGUNTAS E QUEIXAS COM RELAÇÃO A AUDIÇÃO E A PROTETORES AUDITIVOS (PARTE III)	13
A IMPORTÂNCIA DA ACÚSTICA E DA PSICOACÚSTICA PARA A AUDIOLOGIA : A INFLUÊNCIA DA ACÚSTICA DAS SALAS DE AULA NA PERCEPÇÃO DA FALA	18
DICAS PARA CONTROLE DE RUÍDO	35
CONTROLE DE RUÍDO DE MÁQUINAS	23
CADASTRO DOS ASSOCIADOS - 1995	44
NOTÍCIAS	48
REATIVAÇÃO DA PRODUÇÃO DE NORMAS EM ACÚSTICA ARQUITETÔNICA E AMBIENTAL	50
RECOMENDAÇÕES DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE SOBRE RUÍDO INDUSTRIAL	52

FICHA DE AVALIAÇÃO DA REVISTA

1 - O que você achou do conteúdo desta revista?

 muito bom () Bom () Razoável () Péssimo ()

2 - Você acha que se as revistas continuarem nesta forma você estará se beneficiando com a SOBRAC?

 Sim () Não ()

3 - Qual o tipo de matéria que você mais gostou nesta ou em outra revista da SOBRAC?

Trabalhos Técnicos, Mini-Aula, Inovação Tecnológica, Notícias, Lista dos artigos Técnicos (nacionais e internacionais), etc. ou outras?

4 - Que assuntos mais, na área de acústica e vibrações, você gostaria que fossem abordados?

5 - Opine sobre: qualidade de impressão, lay-out, desenhos, etc.

É de grande importância para nós da diretoria da SOBRAC que você, caro associado, nos mande esta ficha preenchida.

Caso os espaços forem pequenos, escreva-nos dando sua opinião, criticando, etc..

SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica

UFSC/EMC/LVA

Caixa Postal 476 - Campus Universitário

88040-900 - Fpolis - SC

RESPOSTAS A PERGUNTAS E QUEIXAS COM RELAÇÃO A AUDIÇÃO E A PROTETORES AUDITIVOS (PARTE I)

ELLIOTT H. BERGER - Senior Scientist, Auditory Research

Cabot Safety Corporation

7911 Zionsville Road, Indianapolis

IN 46268 -1657 - EUA

Fone: (317)692-3031; Fax: (317)692-3116

Nos últimos E.A.R.Logs 6 e 7⁽¹⁾, foram estudados conceitos e técnicas que têm-se mostrado eficazes para motivar gerentes e funcionários a participarem e manterem programas de conservação auditiva. Os responsáveis pelo programa devem saber responder às perguntas ou atender às queixas referentes aos dispositivos de proteção auditiva (DPA'S) e conhecer os objetivos deste programa. A seguir, há um resumo das questões e áreas de preocupação mais comuns expressadas por supervisores e funcionários, e informações que podem prover uma base para respostas apropriadas.

QUEIXA:

Protetores auditivos são desconfortáveis.

RESPOSTA:

Os DPA's são desconfortáveis no início; no entanto, as perdas auditivas em consequência da exposição a níveis de ruído excessivo são desconfortáveis para sempre. Um par de sapatos novos, ou óculos novos, também requerem um período de adaptação. Já que nem todos os DPA's se adaptam da mesma forma às diversas conformações da cabeça e do canal auditivo, é importante permitir que cada pessoa tome a decisão final a respeito do tipo de DPA a ser utilizado, individualmente.

PRETEXTO:

Eu não preciso de proteção auricular (DPA's),

estou acostumado com o ruído.

RESPOSTA:

Os ouvidos não se acostumam ao ruído - eles "ficam surdos" e, infelizmente, um ouvido ensurdecido, pode muitas vezes parecer ter se acostumado ao ruído. A exposição repetida ao ruído não "fortifica" seus ouvidos, nem um ruído existente, que já levou à perda da audição, evita que você perca a audição que resta. Embora a tendência individual à perda de audição devido à exposição ao ruído varie muito, não existe, no momento, nenhum teste padronizado que possa detectar os membros da população mais sensíveis ao ruído.

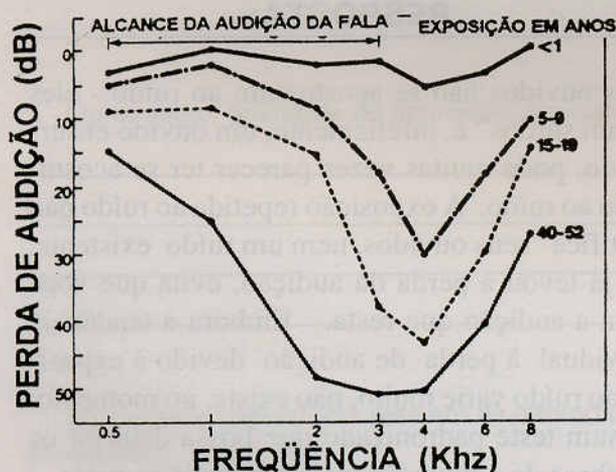
PERGUNTA:

Já perdi uma parte ou toda audição. Por que deveria usar os DPA's?

RESPOSTA:

A ocorrência da perda de audição por ruído não protege a pessoa nem evita que continue perdendo sua audição devido à exposição do ruído. Na figura 1, ilustramos a natureza progressiva típica da perda de audição por ruído. Inicialmente, vemos que a audição é danificada nas frequências mais altas e, à medida que as exposições sem proteção continuam, esse dano se espalha para as frequências mais baixas, chegando até a afetar as que são essenciais a compreensão da fala (500 Hz até aproximadamente 3.000 Hz). Embora os DPA's não possam recuperar uma perda de audição induzida, que é permanente e irreversível por natureza, podem prevenir perdas adicionais. Além disso, o uso correto de DPA's evitará que os funcionários desenvolvam uma perda temporária de audição e permitirá que perdas temporárias já existentes se recuperem antes de se tornarem permanentes.

*Ilustrações de Desenvolvimentos da Perda Auditiva por Ruído**



* O nível de Exposição para todas as curvas é de aproximadamente 100 dBA (ref. Taylor 2).

Figura 1

QUEIXA :

Não consigo ouvir meus colegas de trabalho quando uso DPA's.

RESPOSTA(3):

Quando o ouvido é bombardeado com sons de níveis altos, ele fica sobrecarregado, reduzindo sua habilidade de discriminar diferentes sons com exatidão. Usando DPA'S os níveis gerais de sons são reduzidos de forma que o ouvido possa operar com maior eficiência. O efeito é semelhante à melhoria de visão que os óculos de sol podem trazer em condições de muita claridade e brilho.

Para os que tem audição normal, os DPA's normalmente melhoram as comunicações quando os níveis de som forem maiores do que aproximadamente 85 dBA. Para pessoas com problemas de audição de moderados a sérios, a situação é mais complicada; para eles, os DPA's podem não trazer benefícios à comunicação e serem realmente uma obrigação. Mas, se essas pessoas não protegerem sua audição, elas podem sofrer danos adicionais e terem então dificuldades ainda maiores na comunicação, independentemente do nível de ruído.

QUEIXA :

Minha máquina soa diferente quando uso DPA's.

RESPOSTA:

É verdade. As máquinas soam diferente, mas pelas razões mencionadas acima, a maioria dos funcionários ainda será capaz de operá-las efetivamente. Uma vez que se acostumem ao novo som de sua máquina, mudanças na sua operação serão normalmente tão fáceis de detectar como seriam sem os DPA's. Além disso, já que os empregados não estarão adquirindo progressivamente uma perda

temporária de audição, eles serão capazes de ouvir suas máquinas tão bem no final do expediente quanto quando começaram pela manhã.

PERGUNTA :

Os protetores auditivos tipo concha bloqueiam o ruído melhor que os DPA's tipo plug?

RESPOSTA :

Não. A idéia errônea de que os protetores auditivos tradicionais tipo concha são melhores do que os Plugs na redução de ruído, deve-se parcialmente à idéia dos tempos de escola de que "o maior é o melhor". Na verdade, se um protetor tipo concha ou plug é considerado melhor do que o outro, dependendo do dispositivo e do usuário em questão.

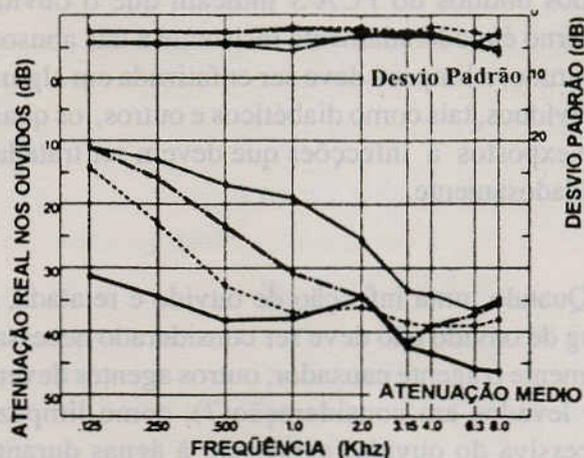
A figura 2 mostra os dados de atenuação para dois protetores tipo concha e dois protetores tipo plug. Os dados são de um laboratório. O protetor tipo plug A e o protetor tipo concha B estão entre os melhores protetores comerciais testados neste laboratório, enquanto que o protetor tipo plug B tem baixa atenuação e o protetor tipo concha B é um modelo popular.

Note que o melhor protetor tipo plug supera o melhor protetor tipo concha, exceto na banda de frequências de 2KHz, onde o protetor tipo concha oferece 2 dB de vantagem.

É interessante notar, porém, que ambos os modelos tipo concha testados, superaram o protetor tipo plug "B". Logo alguns protetores tipo concha superam alguns protetores tipo plug mas é incorreto dizer que todos os modelos tipo concha superaram todos os modelos tipo plug.

É importante lembrar que as discussões acima são baseadas no nível de atenuação de ruído, mas outros fatores, tais como, conforto e aplicações, tem influência na escolha do protetor tipo concha ou plug para uma situação específica.

Atenuação Real para dois protetores tipo plug e dois protetores tipo concha.*



NRR**

- Plug A (plum de espuma) 28
- Plug B (fibra de vidro-down) 9
- Concha A (concha de alta performance) 25
- Concha B (concha popular) 19

* Todos os dados são obtidos do laboratório da Divisão Acústica do EAR

** Nível de redução de ruído segundo EUA/EPA

Figura 2

PERGUNTA:

Os plugs podem causar infecção na ouvido ?

RESPOSTA:

De acordo com nossas experiências durante a década passada, e com informações recolhidas através de consultas de especialistas em ontologia e audiologia(4,5), como também com dados preliminares de pesquisa atuais nas indústrias nos

EUA(6), comprovam que são mínimas as infecções no ouvido externo (otites externas), causadas por plugs. Apesar da existência de sujeiras ou partículas estranhas no canal do ouvido, as quais podem facilmente causar irritação e infecções, os dados obtidos do PCA'S indicam que o ouvido externo é moderadamente resistente a tais abusos. Contudo, a limpeza deve ser enfatizada em alguns indivíduos, tais como diabéticos e outros, os quais são expostos a infecções que devem ser tratadas cuidadosamente.

Quando uma infecção de ouvido é relatada, o plug de ouvido não deve ser considerado necessariamente o agente causador, outros agentes devem ser levados em consideração(7), como limpeza excessiva do ouvido, exposição à águas durante atividade esportiva, costume de coçar o ouvido com a unha ou outros objetos, anemia, deficiência de vitamina, desordem endócrina e outras formas de dermatites.

PERGUNTA :

Uma vez que eu coloque o protetor auditivo, posso ignorá-lo até na hora de tirá-lo durante as pausas?

RESPOSTA :

Não. Os plugs podem se soltar ou ficar fora da posição e precisar de um ajuste. Alguns Plugs pré-moldados ou moldados pelo usuário costumam apresentar esse problema e devem ser periodicamente recolocados ou reajustados (8,9). Plugs especiais, adequadamente ajustados e Plugs de espuma colocados pelo usuário estão entre os dispositivos que melhor se mantêm em posição durante todo o período.

PERGUNTA :

Poderei machucar meus ouvidos se assoar o nariz enquanto estiver usando os Plugs?

RESPOSTA :

Não. Já que um Plug é inserido no conduto auditivo externo, que é separado do ouvido médio por uma membrana (o tímpano), este não afetará as mudanças de pressão no ouvido médio que podem ocorrer ao se assoar o nariz. Às vezes, se a Trompa de Eustáquio, que faz a passagem do ouvido médio à garganta, estiver bloqueada ou não funcionar corretamente, o ar ou a secreção podem ser forçadas para o ouvido médio e causar desconforto ou outros problemas. No entanto, isto não será afetado nem agravado pelo uso de plugs.

No próximo artigo Parte II E. A. R. Log 9, este assunto terá continuação. Outros materiais para consulta estão relacionados abaixo (10,11).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS :

1. The EARLog Series, #1-#8, is available upon request from Cabot Safety Corp.
2. Taylor, W. Pearson, J., Mir, A., and Burns, W. (1965). Study of Noise and Hearing in Jute Weaving. J. Acoust. Soc. Am., Vol. 38, 113-120.
3. For more details see EARLog # 3, The Effects of Hearing Protectors on Auditory Communications.
4. Gasaway, D.C. (1981). Personal Communication.
5. Ohlin, D. (1981). Personal Communication.
6. E-A-R Division internal memoranda and progress reports form ongoing E-A-R sponsored industrial survey research project.
7. Caruso, V. G. and Meyerhoff, W. L. (1980). Trauma and infections of External Ear, in Otolaryngology, edited by M. M. paparella and D. a. Shumrick. W. B. Saunders Co.,

Philadelphia, PA.

8. Berger, E. H. (1981) Details of Real World Hearing Protector Performance as Measured in the Laboratory. Proc. Noise-Con 81, Noise Control Foundation, Poughkeepsie, NY.
9. Maas, R. B. (1972). Industrial Noise and Hearing Conservation in Handbook of Clinical Audiology, edited by Katz, William and Wilkins, Co., Baltimore, MD.
10. Council for Accreditation in Occupational Hearing Conservation (1978). CAOHC Manual, edited by M. H. Miller . Fischler's Printing, Cherry Hill, NJ.
11. Carroll, C., Crolley, N. and Holder, S. R. (1980). A Panel Discussion of Observed Problems Associated with the Wearing of Hearing Protection Devices by Employees in Industrial Environments. Proc. of a special session on the Evaluation and Utilization of Hearing Protection Devices (HPDs) in Industry, presented at the Spring 1980 meeting of the North Carolina Acoustical Society, edited by L. H. Royster. D. H. Hill Library, North Carolina State Univ. Raleigh, NC.

A SOBRAC agradece ao Sr. Elliott H. Berger, pela permissão dada para publicar seus artigos EARLog7, 17, 19, 8, 9 e 10.

Este trabalho foi traduzido parcialmente pelo Sr. Geiger de Pinho e Eliana Giacon de Miranda, completado pelos editores deste revista e revisado através da Cabot Safety Corporation.

RESPOSTAS A PERGUNTAS E QUEIXAS COM RELAÇÃO A AUDIÇÃO E A PROTETORES AUDITIVOS (PARTE II)

ELLIOTT H. BERGER - Senior Scientist, Auditory Research

Cabot Safety Corporation

7911 Zionsville Road, Indianapolis

IN 46268 -1657 - EUA

Fone: (317)692-3031; Fax: (317)692-3116

Neste EARlog, tem prosseguimento o tópico iniciado no EARlog 8⁽¹⁾ com a apresentação de informações adicionais para ajudar os responsáveis por programas de conservação auditiva a responder perguntas e atender às queixas e desculpas referentes ao uso dos dispositivos de proteção auditiva (DPA).

PERGUNTA:

Os DPA's podem causar dores de cabeça, sangramento do nariz, úlceras, insônia ou fadiga ocular?

RESPOSTA:

Dores de cabeça podem ser causadas por um DPA (tipo concha) que esteja muito apertado ou, de alguma forma, desconfortável. O DPA deve ser ajustado para o tamanho certo e ou trocado por outro dispositivo.

Não há nenhuma razão médica ou fisiológica pela qual os DPA's deveriam ser suspeitos de causar quaisquer das doenças mencionadas acima⁽²⁾. No entanto, quando um funcionário faz tais queixas, isto indica a insatisfação com o DPA que ele está usando, uma má interpretação atribuída ao uso dos DPA's, ou o funcionário tem problemas de saúde, que se confunde com o uso do protetor.

A melhor resposta será uma avaliação paciente e acurada da situação e a determinação da causa real.

PERGUNTA:

Posso usar um fone de ouvido estéreo como proteção contra ruídos e ouvir música ao mesmo tempo?

RESPOSTA:

A figura 1 mostra a atenuação de fones de ouvido de áudio envolventes e também um modelo de fone de sobreposição tipo "walkman". Os fones de ouvido de espuma (de sobreposição) oferecem quase nenhuma proteção. Mesmo o dispositivo tipo envolvente provêem não dá mais do que aproximadamente 20 dB de atenuação em frequências altas, e, na realidade, amplificam significativamente sons em algumas frequências.

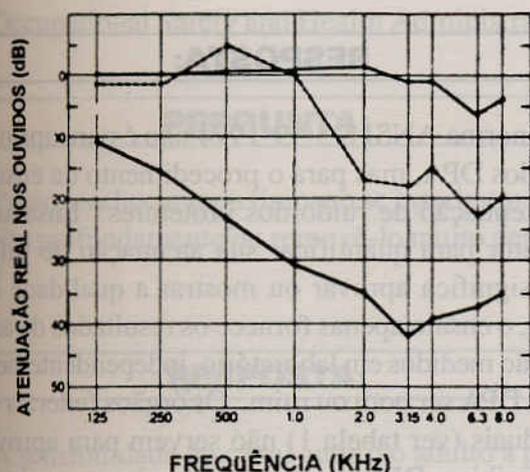
Essa proteção é inferior àquela de um protetor bem projetado e corretamente ajustado. Além do mais, fones de ouvido de audio podem gerar exposição a ruídos equivalentes a até aproximadamente 100 dBA⁽³⁾.

Já que esses dispositivos oferecem tão pouca atenuação, a preocupação maior é a de que os funcionários aumentem o volume da música so-

mente para mascarar o ruído da fábrica.

Produtos que foram especificamente projetados para oferecer proteção adequada e ao mesmo tempo tocar música ou transmitir comunicações verbais, podem ser encontrados no mercado. Embora geralmente caros, tais dispositivos são adequados para o uso, especialmente quando eles têm circuito de limitação de sinal embutido, de forma a não gerar níveis prejudiciais ao ouvido.

Atenuação de fones de ouvido de áudio versus Protetor tipo concha industrial popular *



NRR**

—————	Protetor Popular industrial tipo concha	20
.....	Fone de ouvido leve de espuma	0
- - - - -	Fone de ouvido de áudio	0

* Todos os dados são obtidos do "EAR Division Acoustical Laboratory".

** Noise Reduction Rating per U. S. EPA

Figura 1

PRETEXTO:

Eu não preciso me preocupar em perder minha audição, já que sempre posso usar um aparelho para surdez.

RESPOSTA:

Embora os óculos possam, na maioria dos casos, corrigir um problema de visão até uma condição quase normal, é um erro pensar que os aparelhos para surdez possam fazer o mesmo para uma deficiência de audição causada por ruído. Problemas visuais causados por distorções oculares e não pela perda de células do nervo óptico são geralmente corrigíveis, enquanto que o dano por ruído deve-se à destruição das células nervosas no caracol, o que nos impossibilita de ouvir.

Os aparelhos para surdez podem recuperar a habilidade de detectar e discriminar sons até um certo ponto, mas quando as células auditivas presentes são insuficientes para receber os sons amplificados que o aparelho fornece, os resultados não são totalmente satisfatórios... E imagine que se o uso de um DPA 8 horas por dia incomoda, será que um aparelho para surdez (que fornece o som para o ouvido através de um dispositivo semelhante ao DPA) em todas as horas do dia é mais agradável?

PERGUNTA:

Não seria mais indicado usar protetores tipo concha ao invés de plugs, em níveis de som elevados, já que, em tais intensidades, o som se transmite diretamente através dos ossos do crânio e pode sobrepujar a um plug?

RESPOSTA:

A transmissão de som ao redor de um DPA, conduzido pelos ossos, ocorre independentemente do nível de som e os limites de atenuação máxima que um protetor auditivo perfeito pode fornecer até mais ou menos 50dB^(4,5). Pode se comparar como não deixar a luz penetrar num armário escuro fechando suas portas de vidro colorido, a luz entra através da porta como o som através do canal aberto do ouvido.

Fechar a porta é como usar um DPA, sendo que

o vidro colorido representa uma melhor proteção. A luz que passa através do buraco de fechadura é semelhante ao som conduzido pelo osso. A iluminação do armário poderá ser controlada se o vidro for muito escuro ou opaco. Quando o vidro for menos colorido ou mesmo claro, no entanto, a luz que passa pelo buraco da fechadura é insignificante. A medida em que a iluminação fora do armário aumenta, mais luz passa pelo buraco da fechadura, mas a proporção de luz que atravessa o buraco da fechadura em relação a luz que passa através da porta permanece constante.

Da mesma forma, a condução óssea é insuficiente se comparada à condução normal do ar, a menos que a atenuação do DPA aproxime-se do limite de 50 dB imposta pela vibração óssea, limitação esta, que é constante e independente do nível do som. Assim, se um protetor tipo concha ou um plug oferece pouca proteção à condução óssea a um nível de som baixo, o mesmo acontece em um nível de som elevado.

Desde que a área do crânio ao redor do ouvido externo representa apenas uma pequena porção do mecanismo total de condução óssea, cobri-los com um protetor tradicional é de pouca significância, talvez 3-4 dB na região de 1-2 kHz⁽⁵⁾. Assim, o desempenho relativo de plugs comparados aos protetores tipo concha não é, na prática, determinado pela condução óssea, mas por fatores inerentes ao projeto dos DPAs e da sua conformação à cabeça. De fato, um plug bem projetado, como por exemplo um plug de espuma, pode oferecer atenuação comparável, ou excedente à dos protetores tradicionais na banda mais larga de frequência.

PERGUNTA:

Já que minha cabeça inteira é afetada pelo som e pode transmitir energia ao meu ouvido interno, um capacete, cobrindo parte do meu crânio, poderia reduzir a condução óssea?

RESPOSTA:

A fim de bloquear o som e reduzir a sua vibração seria necessário usar um capacete completamente rígido, com um visor que formasse um invólucro completamente à prova de ar. Um capacete que cubra apenas parte da cabeça e tenha muitos vãos, através dos quais a energia acústica possa penetrar, é de pouca valia para reduzir a resposta do ouvido ao som conduzido pelo osso.

PERGUNTA:

Os protetores auditivos são aprovados pela norma ANSI ou OSHA?

RESPOSTA:

A norma ANSI S 3-19-1974 não é para aprovação dos DPA, mas para o procedimento de ensaio de atenuação de ruído dos protetores. Ensaaiar o protetor para quantificar sua atenuação de ruído não significa aprovar ou mostrar a qualidade do DPA, o ensaio apenas fornece os resultados de atenuação medidos em laboratório, independentemente do DPA ser bom ou ruim. Os órgãos federais ou estaduais (ver tabela 1) não servem para aprovar ou proibir o DPA, esses apenas exigem o selo na embalagem com os níveis de atenuação de ruído⁽⁶⁾.

O OSHA é o único órgão a possuir uma regulamentação relacionada à proteção auditiva, cuja a emenda de conservação da audição requer que os DPA's, para um período de 08 horas, redução a exposição média ponderada para 90 dBA ou menos, e no caso de funcionários que demonstram mudanças significativas no seu limiar, os níveis devem ser de 85 dBA ou menores.

TABELA 1

Alguns órgãos federais e nacionais dos EUA responsáveis pela publicação de documentos relacionados ao ruído:

ANSI

American National Standards Institute

ASTM

American Society for Testing and Materials

EPA

Environmental Protection Agency

MSHA

Mine Safety and Health Administration

NIOSH

National Institute for Occupational Safety and Health

OSHA

Occupational Safety and Health Administration

Para plugs que criam uma proteção à prova de ar, como os modelos pré-moldados, a remoção rápida pode ser dolorosa e potencialmente prejudicial ao tímpano. Os plugs devem ser removidos com um movimento lento de torção até que gradualmente, se quebre o selo, na medida em que forem extraídos do ouvido. Com plugs de espuma e fibras, que não criam um selo pneumático (e portanto podem causar menor sensação de obstrução), existe pouca possibilidade de acarretar uma mudança repentina de pressão em uma remoção rápida, e assim, virtualmente não há nenhuma possibilidade de danificar ou romper o tímpano.

No próximo earlog # 10 (parte III) será concluído este diálogo.

PERGUNTA:

Posso machucar meu tímpano se inserir um Plug muito profundamente ou removê-lo muito depressa?

RESPOSTA:

A sensibilidade do canal auditivo adulto à pressão ou dor aumenta significativamente conforme se aproxima do tímpano. O desconforto experimentado, devido ao toque dessas áreas mais profundas do canal auditivo, avisará o usuário para parar de empurrar o plug antes dele alcançar o tímpano(8). Além disso, a maioria dos plugs foi projetada para evitar a inserção em todo o seu comprimento (aproximadamente 22 mm) evitando-se, assim, o toque de órgãos internos. Um problema mais comum, é compactamento da cera como resultado da inserção dos plugs, particularmente nos modelos pré-moldados. Por este motivo, a pessoa que usa plugs, deve examinar visualmente o seu canal auditivo até a profundidade alcançada pelo plug. Pessoas com problemas crônicos de acumulação de cera deve considerar o uso de outros modelos como o de concha tipo involuente ou semi-involuente.

REFERÊNCIAS:

1. The EARlog Series #1-#9, is available upon request from Cabot Safety Corporation.
2. Council for Accreditation in Occupational Hearing Conservation (1978). CAOHC Manual, edited by M. H. Miller. Fischer's Printing. Cherry Hill, N. J.
3. E-A-R Division Internal Research Notes, N271949(1982)
4. Berger, E. H. (1980). EARLog#5 - Hearing Protector Performance : How They work-and-What Goes Wrong in The Real World, available upon request from E-A-R Division, Cabot Corporation.
5. Berger, E. H. and Kerivan, J. E. (1982). "A Rigorous Examination of the Real-Ear Attenuation at Threshold Method (125 Hz-2kHz)." J. Acoust. Soc. Am. Suppl. 1, Vol. 71, S 52.
6. EPA (1979) Noise Labeling Requirements for Hearing Protectors. Federal Register, Vol. 42 Nº 190, 40 CFR Part 211, 56139-56147 Note - Regulation Currently unenforced due

Respostas a Perguntas e Queixas com Relação a Audição e a Protetores Auditivos (Parte II)

to EPA budget and manpower reductions.

- 7. OSHA (1963) Occupational Noise Exposure; Hearing Conservation Amendment. Federal Register, Vol. 48. N° 46, 9738-9783.
- 8. Gasaway, D.C. (1982). Personal Communication based upon 22 years of experience supervising the USAF hearing conservation program, during which time there was not a single verifiable incident of eardrum damage due to HPD usage.

A SOBRAC agradece ao Sr. Elliott H. Berger, pela permissão dada para publicar seus artigos EARlog7, 17, 19, 8, 9 e 10.

Este trabalho foi traduzido parcialmente pelo Sr. Geiger de Pinho e Eliana Giacon de Miranda, completado pelos editores deste revista e revisado através da Cabot Safety Corporation.

PERGUNTA:

RESPOSTA:

RESPOSTAS A PERGUNTAS E QUEIXAS COM RELAÇÃO A AUDIÇÃO E A PROTETORES AUDITIVOS (PARTE III)

ELLIOTT H. BERGER - Senior Scientist, Auditory Research

Cabot Safety Corporation

7911 Zionsville Road, Indianapolis

IN 46268 -1657 - EUA

Fone: (317)692-3031; Fax: (317)692-3116

O assunto tratado nos EARLog 8 e 9⁽¹⁾ será concluído neste número 10. Serão discutidos outros problemas, os quais poderão ser encontrados pelos responsáveis por programas de proteção auditiva, em seus esforços constantes para educar e motivar os funcionários a usarem seus dispositivos de proteção auditiva e para torná-los conscientes da importância da proteção de sua audição.

PERGUNTA :

Como posso saber quando um ruído é prejudicial aos meus ouvidos ?

RESPOSTA :

Quando o ruído for muito alto e você sentir a necessidade de gritar à uma distância de 1 metro para se comunicar com uma pessoa de audição normal, os níveis de ruído estão provavelmente ao redor de 85 dBA ou mais, e podem ser prejudiciais à sua audição. A Fig. 1 dá informações adicionais sobre como usar os níveis da fala para julgar os níveis de ruído, e mostra a habilidade de conduzir uma conversa frente a frente em função do nível de ruído em dBA. A fig. 1 é um guia rudimentar aplicável à comunicação em condições não-reverberantes.

Distância entre orador e ouvinte para comunicação intelegível

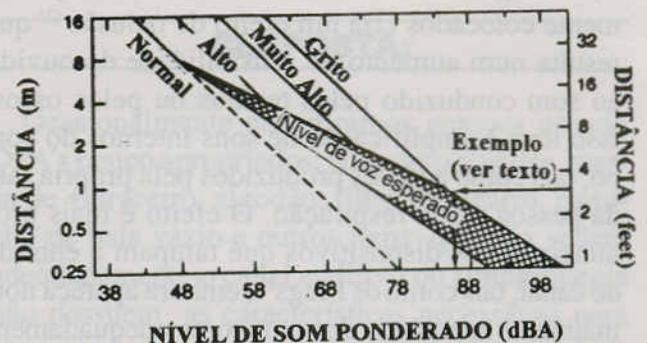


Figura 1

A região abaixo de cada linha ilustra a combinação falante-ouvinte e nível de ruído para comunicação marginal face a face. O parâmetro em cada curva indica nível relativo da voz. O triângulo sombreado indica a região dos níveis da voz em ambientes barulhentos. Os níveis de ruído, em dBA, indicados nas Abcissas são aproximados. Dados de ANSI S3.14-19772.

Se após uma exposição ao ruído, sua audição parecer embotada, como se você tivesse uma perda temporária da audição, ou se você ouvir um zumbido nos ouvidos, é sinal de que a exposição especial super-estimulou sua audição. Exposições repetidas por um período de semanas, meses ou anos, a ruídos que causa zumbido no ouvido, podem, com o tempo, levar a uma perda de audição por ruído, que é permanente e irreversível. Portanto, cuide-se antes que seja tarde - se você não puder evitar exposições ao ruído, use protetor auditivo.

QUEIXA :

Os DPA's fazem minha voz parecer estranha para mim, e fazem com que eu perceba mais os outros sons do meu corpo, tais como respiração e o andar. Eles também dificultam saber se estou falando muito alto.

RESPOSTA :

Isso é geralmente verdade. Um DPA adequadamente colocados cria um efeito de oclusão⁽³⁾ que resulta num aumento de sensibilidade do ouvido ao som conduzido pelos tecidos ou pelos ossos. Isso leva à amplificação de sons internos do corpo, tais como aqueles produzidos pela própria fala da pessoa e sua respiração. O efeito é mais pronunciado nos dispositivos que tampam a entrada do canal, tais como os Plugs⁽⁴⁾, embora apareça normalmente na maioria dos protetores adequadamente colocados. De fato, ouvir a própria voz ressonante ou baixa enquanto estiver ajustando os protetores pré-moldados, os dispositivos tipo concha ou a maior parte dos plugs, é uma técnica útil para ajudar a conseguir uma boa proteção acústica.

Usar DPA's fará a maioria das pessoas falar mais baixo em ambientes barulhentos, já que o protetor reduz o nível de ruído percebido, enquanto que ao mesmo tempo, devido ao efeito de oclusão, ele

amplifica o nível aparente do próprio nível da fala de quem está falando. Assim, a proporção percebida da razão de fala em relação ao ruído é distorcida, de forma que o indivíduo acredita estar falando mais alto do que realmente acontece. Esse problema pode ser resolvido conforme os usuários se tornam mais experientes no uso de DPA's e perceber que as pessoas em sua volta requeiram que se fale mais alto.

PERGUNTA:

Por que não posso modificar meus protetores auditivos de forma a torná-los mais confortáveis?

RESPOSTA:

Quando um DPA é projetado, há freqüentemente um escolha entre conforto e atenuação. A maioria das alterações que melhoram o conforto, tais como enfraquecer a força de arco para os tipos concha, remover as flanges do plug pré-moldados, diminuir o tamanho dos plugs pré-moldados, remover material dos plugs de fibra de vidro, de espuma ou de cera, e fazer orifícios para permitir que um dispositivo tenha ventilação, aumentará o conforto de DPA, mas diminuirá sua capacidade de reduzir o ruído. Já que apenas o fabricante, com testes de laboratório especiais, possui a capacidade de determinar os efeitos exatos de tais modificações, e desde que os dados dos testes publicados pelos fabricantes são sempre para dispositivos novos, sem modificações, é possível que alterações feitas pelo usuário resultarão em atenuação reduzida e não será possível a verificação do DPA modificado. Se um protetor específico for desconfortável para um determinado funcionário ou grupo de funcionários, então uma solução é oferecer marcas alternativas aceitáveis ou modelos diferentes de DPA's até que um produto adequado seja encontrado. Responder as queixas dos funcionários dessa maneira, e também permitir que tenham alguma influência no processo de seleção final, não apenas aumentará a

possibilidade de oferecer um dispositivo protetor eficaz aos funcionários mas também resultará em melhor aceitação e aumento do uso de DPA's.

PERGUNTA:

Todos os plugs de espuma são iguais?

RESPOSTA:

Não, nem todos os plugs de espuma são iguais. Apenas duas marcas de plugs de espuma expandida e colocada por usuário são fabricados sob a proteção de patentes concedidas nos Estados Unidos⁽⁵⁾ e 14 outras nações industrializadas.

Alguns parâmetros do projeto afetam o desempenho dos plugs de espuma. Os mais importantes são as características da recuperação de compressão (expansão) da espuma e sua rigidez. Essas propriedades devem, não apenas ser melhoradas para um melhor desempenho, mas também devem ser relativamente independentes de temperatura e umidade. Se um plug se expande muito rapidamente ou é muito macio, pode ser difícil ou impossível colocá-lo. Por outro lado, se ele se expande muito devagar, pode se alojar antes de estar corretamente colocado, e se for muito rígido, será certamente desconfortável. Outras propriedades importantes são a porosidade da espuma, se ela foi ou não completamente testada quanto a toxicidade dermatológica e às reações alérgicas, possibilidade de usar mais de uma vez, inflamabilidade, e o tamanho, forma e cor do plug.

PERGUNTA:

Posso usar plugs que reduzem ruídos para nadar?

RESPOSTA:

Sim. Alguns plugs anti-ruído, tais como os feitos de vinil, espuma impermeável, silicone, e mesmo algodão impregnado de cera podem ser usados com sucesso em muitos casos para natação e banho^(6,7,8). De fato, eles geralmente terão melhor desempenho do que os próprios plugs vendidos comercialmente como "Plugs para nadadores", já que se adaptam ao canal auditivo mais confortavelmente e agradavelmente. Os Plugs devem ser inseridos secos, antes de se entrar na água, e o usuário não deve mergulhar a cabeça mais do que alguns metros abaixo da superfície, já que isso aumenta a possibilidades da água ser forçada ao redor do plug.

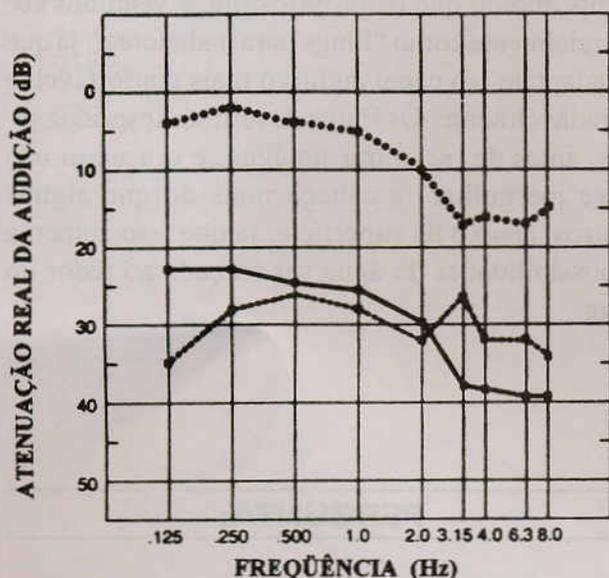
PERGUNTA:

Posso usar algodão ou meus dedos para reduzir exposições prejudiciais ao ruído?

RESPOSTA:

Ocasionalmente encontramos pessoas usando DPA's pouco apropriados, tais como chiclete, massa de vidraceiro, algodão, filtro de cigarro, cartucho de bala vazio e outros itens que não vedam adequadamente o canal auditivo ou simplesmente não possuem as características necessárias para atenuar efetivamente o som. Além do mais, tais dispositivos são freqüentemente desconfortáveis e anti-higiênicos. Por exemplo, algodão comum, seco é um protetor auditivo muito fraco, conforme mostrado na fig. 2. É interessante notar que uma ponta de dedo, embora não possa ser utilizada por longos períodos, dá uma proteção muito boa (veja fig. 2) quando pressionada fortemente no canal auditivo.

Atenuação de dois protetores não padronizados em comparação a um protetor tipo "plug"



_____ Protetor tipo "Plug"*
----- Algodão seco
..... Ponta de dedo

* Dados medidos 16 plugs ensaiados com ANSI S3.19 no EAR Divisão de Laboratório de Acústica.

Figura 2

COMENTÁRIO:

Minha mãe sempre me disse: "Nunca ponha nada menor do que o seu cotovelo no ouvido".

RESPOSTA:

Esse lugar-comum é representativo dos inúmeros preconceitos e concepções errôneas que muitas pessoas têm quanto ao uso de DPA's. Claro que quando sua mãe usou o chavão acima, ela queria dizer lápis, grampos, palitos, ou outros produtos que podem danificar o delicado tímpano, ou objetos diversos que podem ficar alojados no canal auditivo. Infelizmente, ela não estava consciente da impressão mental negativa que isto cria no que diz respeito ao uso seguro e correto de plugs adequadamente projetados e colocados (c.f. EARLog9(1). Pergunta 7). A fim de superar tais noções, o funcionário freqüentemente necessitará de um treinamento para colocar corretamente os plugs pelo menos uma vez numa sessão de instrução, de forma que possa experimentar a sensação de um plug colocado corretamente dentro do canal auditivo. Freqüentemente, adaptar o plug a um dos ouvidos do trabalhador, e pedir-lhe que coloque o outro de forma que os dois ouvidos "se sintam da mesma forma", é uma técnica muito útil.

CONCLUSÃO:

As informações acima poderão fornecer idéias de respostas verbais ou por escrito (boletins, panfletos, jornais) a perguntas e queixas referentes à proteção e conservação da audição. Revimos as mais comuns, e na nossa opinião, os aspectos mais significativos que podem ser levantados, mas certamente existem outras perguntas. Você está convidado a formular perguntas adicionais de forma que possamos ajudá-lo e talvez incluir a informação em futuros boletins.

Perguntas pode ser enviadas para o Sr. Berger no endereço do autor deste trabalho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. The EARLog Series # 1 - # 10 is available pon request form E-A-R Division, Cabot

Corporation.

2. American National Standards Institute (1977). "For Rating Noise with Respect to Speech Interference." S3, 14 - 1977. New York, NY
3. Tonndorf, J. (1972). "Bone Conduction," in Foundations of Modern Auditory Theory, Vol. II, edited by J. V. Tobias, Academic Press, New York, NY 195-238.
4. Berger, E.H. and Kerivan, J. E. (1982). "A Rigorous Examination of the Real - Ear Attenuation at Threshold Method (125 Hz - 2 KHz)," J. Acoust. Soc. Am. 70, Suppl. 1 S 52.
5. Gardner, R., Jr. (1977). "Earplugs" U.S. Patent No. Re. 19, 487. E-A-R and Decidamp brands are manufactured in conformance with this patent.
6. Johnson, D. W., Mathog, R.H. and Maisel, R. H. (1977). "Tympanostomy Tube Protection with Ear Plugs," Arch. Otolaryngol. 103 (7), 377,380.
7. Johnson, D. W., and Maisel, R. H. (1981). "Objective Evaluation of Earplugs for the Control of Water-Borne Infection." Ann. Otolaryngol. 90, 89-93.
8. Brandell, M. E. and Seestedt, L. (1978). "Report on the Effectiveness of E-A-R Plugs as Ear Protection in Water." Central Michigan Univ., Mt. Pleasant. MI.
9. Tobias, J. V. (1975). "Earplug Rankings Based on the Protector-Attenuation Rating (PAR)." FAA Civil Aeromed. Inst. Report FAA-AM-75-11, Oklahoma City. OK
10. Holland, H.H. Jr. (1967). "Attenuation provided by Fingers, Palms Tragi, and V51 Ear Plugs." Letter to the Editor J. Acoust. Soc. A. 41(6), 1945

A SOBRAC agradece ao Sr. Elliott H. Berger, pela permissão dada para publicar seus artigos EARLog7, 17, 19, 8, 9 e 10.

Este trabalho foi traduzido parcialmente pelo Sr. Geiger de Pinho e Eliana Giaccon de Miranda, completado pelos editores deste revista e revisado através da Cabot Safety Corporation.

A IMPORTÂNCIA DA ACÚSTICA E DA PSICOACÚSTICA PARA A AUDIOLOGIA : A INFLUÊNCIA DA ACÚSTICA DAS SALAS DE AULA NA PERCEPÇÃO DA FALA

Prof^a Dr^a Iêda Chaves Pacheco Russo

Fonoaudióloga - Doutora em Ciências - Distúrbios da Comunicação Humana- E.P.M.

Professora Titular do Departamento de Distúrbios de Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e Membro do Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva.

O estudo da Acústica e da Psicoacústica vem recebendo atenção crescente nos cursos de graduação e pós-graduação em Distúrbios da Comunicação. Este trabalho visa retomar conceitos teóricos importantes destas ciências com ênfase na propagação do som no ambiente e a influência da reverberação e da relação sinal/ruído na percepção dos sons da fala pelo aluno que frequenta as escolas regulares em nossa realidade, bem como atualizar o leitor quanto às pesquisas que vem sendo realizadas sobre o assunto.

Unitermos - Acústica arquitetônica; Psicoacústica; Percepção da Fala.

1. TRANSMISSÃO DO SOM E PROPRIEDADES ACÚSTICAS DO AMBIENTE

Sabemos que a propagação das ondas sonoras no mundo real não ocorre sem que encontrem em sua trajetória obstáculos que oferecem uma resistência friccional, fazendo com que a intensidade sonora diminua com o tempo e com a distância da fonte sonora. A quantidade de som refletida, absorvida ou transmitida dependerá das características físicas do obstáculo, as quais determinam a impedância específica deste, ou seja, a oposição que oferecem à passagem da onda sonora (RUSSO, 1993).

A **reflexão** dos sons ocorre quando estes se deparam com obstáculos rígidos, de superfície lisa, dando origem aos chamados ecos ou ondas de reverberação, cuja diferença está apenas na distância do obstáculo em relação à fonte sonora. A **reverberação** ocorre quando o som refletido retorna à fonte num intervalo de tempo inferior a 1/10 de

segundo e é um fenômeno característico de recintos fechados, nos quais o obstáculo encontra-se a menos de 17 metros da fonte sonora como é o caso, por exemplo, das salas de aula. O tempo requerido para a onda sonora refletida ser atenuada em 60 dB, em relação ao nível de intensidade original é denominado de **tempo de reverberação**, isto é, o tempo em que o som permanece no ambiente, realizando inúmeras reflexões até que sua energia caia um milhão de vezes em relação à energia original (RUSSO, 1993).

A mensuração do tempo de reverberação é necessária não só para verificar a atenuação da intensidade sonora, mas também para determinar as características de absorção de uma sala. Este tempo aumenta com o volume da sala e diminui com a quantidade de absorção desta.

A **perda na transmissão** da onda sonora é uma propriedade relacionada à parede e é definida como a relação da energia transmitida através desta com aquela que incidiu sobre ela. Esta atenuação da onda sonora é expressa em deciBels (dB).

Já a **absorção** ocorre quando o obstáculo não apresenta rigidez suficiente para refletir a onda sonora, oferecendo pouca resistência à sua passagem, dissipando a energia em seu interior ou transformando-a em calor. Os materiais fibrosos e porosos são os mais comumente empregados para esse fim e, por sua vez, determinam o chamado **coeficiente de absorção**, isto é, a relação entre a energia absorvida e a incidente, expresso numericamente e variando de 0 a 1. Se um material é um perfeito refletor, o coeficiente de absorção será 0 e se for um perfeito absorvente, será 1. A efetividade de absorção de um material varia em função da frequência, sendo os sons graves mais difíceis de serem absorvidos do que os agudos. Quanto mais espesso for o absorvente, mais baixa a frequência que o mesmo está apto a absorver (NEPOMUCENO, 1984).

A **redução do ruído** é a diferença nos níveis de pressão sonora que ocorre entre duas salas divididas por uma parede. FINITZO-HIEBER (1981) afirmou que arquitetos e construtores devem empenhar-se para promover a redução do ruído nas salas de aula em até 50 dB e aconselha o uso do concreto sólido e paredes duplas separadas por um espaço aéreo a fim de reduzir principalmente as altas frequências.

A distribuição da voz do professor na sala de aula ocorre de modo direto e refletido, dependendo do material que reveste as paredes. Se somente superfícies rígidas e lisas forem empregadas na construção desta sala, a reverberação ocorrerá e, mesmo que apresente um nível sonoro inferior ao da onda incidente, dependendo do tempo de reverberação, a inteligibilidade da mensagem de fala estará seriamente comprometida. Contudo, existe uma região no ambiente onde a intensidade do som direto é igual à do som refletido e a distância entre a fonte sonora e o ponto onde som direto e refletido se encontram no espaço é denominada de **raio crítico**. Este, por sua vez, é proporcional à raiz quadrada do tempo de reverberação (NEPOMUCENO, 1984).

Quando o ouvinte está muito próximo da fonte de ruído e a distância é menor que o raio crítico, não é possível reduzir o nível sonoro do

ruído através de absorção, enquanto que para maiores distâncias isso já é viável. Desse modo, a utilização de materiais absorventes nas paredes, no teto, no piso de uma sala de aula, só terá êxito se as condições iniciais e finais de reverberação forem levadas em consideração (NEPOMUCENO, 1984).

2. O PAPEL DA ACÚSTICA DA SALA DE AULA NA INTELIGIBILIDADE DA FALA

A percepção auditiva é essencial no processo de comunicação entre estudantes e professores em sala de aula. Não basta apenas ouvir, é necessário escutar e isto pressupõe atentar para o falante a fim de compreender o que foi dito. Dentro de uma sala de aula os estudantes passam mais tempo nesta atividade do que quando falando, lendo ou escrevendo. Algumas vezes, a voz do professor pode ser tão fraca ou tão aguda que prejudica, ainda mais, a percepção e a inteligibilidade dos sons por ele emitidos. Além disso, os problemas acústicos decorrentes da distância do aluno em relação ao professor, perda da energia de fala em consequência de absorção, superfícies refletoras impróprias, ecos ou reverberações além do ruído excessivo, comprometem a efetividade da comunicação entre o professor e os alunos no ambiente da sala de aula.

Para que um ouvinte tenha sucesso em compreender bem os sinais de fala que recebe, é necessário que algumas condições sejam obedecidas e estas são: **1. atenção à mensagem**; comportamento de escuta, o qual hierarquiza o estímulo de fala; **2. intensidade da mensagem**, os sons de fala devem ser audíveis para que possam ser percebidos; **3. intensidade do ruído ambiental**, que deverá ser inferior à do sinal priorizado; **4. tipo de material de fala empregado**, vocabulário utilizado pelo falante: palavras familiares e mais comuns da língua; **5. co-articulação e fatores supra-segmentais**: entonação, pausas no discurso; **6. sensação de frequência** (“pitch”), tonalidade; **7. sensação de intensidade** (“loudness”), audibilidade; **8. fatores temporais, ritmo e veloci-**

dade de fala; 9. qualidade vocal do falante - sonoridade e harmonia e *10. articulação e pronúncia e regionalismos*, característicos das diversas regiões do país (RUSSO & BEHLAU, 1993).

Portanto, a aquisição e a manutenção da comunicação verbal dependem, dentre outros fatores, do bom funcionamento da audição e é imprescindível cuidar dos ouvidos para manter íntegro este sistema estruturado e único da espécie humana que adquirimos através dela, ou seja, a linguagem falada. Procurar favorecer a inteligibilidade e eliminar os fatores que possam causar desconforto auditivo são os principais objetivos da acústica arquitetônica e, dentre eles, destacamos a interferência do ruído e da reverberação na percepção dos sons da fala.

Os ruídos que ocorrem em sala de aula incluem tanto os produzidos pelo professor quanto pelos alunos. Contudo, os últimos são aqueles que mais interferem no aprendizado, uma vez que a tarefa de atenção auditiva, isto é, hierarquizar um estímulo sonoro em detrimento dos demais, fica bastante prejudicada, exigindo do aluno um esforço considerável para assimilar a informação. A combinação do ruído com um tempo de reverberação (T.R.) superior a 1,2 s vem revelando uma piora significativa na percepção dos sons da fala, mostrando que as condições acústicas da sala de aula são críticas para possibilitar um processo educacional adequado.

Desse modo, é importante considerar a relação de intensidade entre a voz do professor e o ruído ambiental que chega aos ouvidos, principalmente das crianças em situação de sala de aula, sendo a distância professor/aluno um dos fatores determinantes na relação sinal-ruído. Enquanto o nível de fala do professor diminui com a distância, o nível de ruído geralmente mantém-se uniforme, interferindo na percepção dos alunos como um todo, independentemente de seu posicionamento em sala de aula.

Define-se **relação sinal/ruído** como sendo a diferença em dB entre a intensidade do som desejado e a do som competitivo e, para uma sala de aula, os alunos requerem uma relação que varia de

acordo com o tipo de material de fala ou do vocabulário empregado.

A fim de que possa ser compreendida a transmissão sonora total que ocorre em uma sala de aula, BERG (1993), declarou que devem ser considerados os seguintes fatores:

a) **diminuição da energia de fala** - em média 65 dB NPS;

b) **queda da intensidade de fala com a distância** (queda de 6 dB no NPS);

c) **absorção, reflexão e difração do som** pelos próprios corpos e movimentos realizados em sala de aula pelos estudantes;

d) **características direcionais da fala** - a energia da voz do professor é ainda mais dissipada quando ele não está olhando diretamente para os alunos, como por exemplo, ao falar quando escreve na lousa;

e) **problemas de esforço vocal** - a inteligibilidade de fala não ocorre até que a intensidade de voz do professor atinja 60 dB em um ambiente silencioso e 80 dB em um ambiente que apresente 40 dB de ruído de fundo.

ELLIOT (1982) declarou que a relação sinal/ruído em sala de aula para crianças ouvintes encontra-se por volta de + 6 dB.

NABELEK (1988) mediu a percepção da fala de sujeitos ouvintes de 10 a 72 anos de idade em sala de aula reverberante, em condições mono e binaural, selecionando 3 valores de tempo de reverberação, simulando diferentes ambientes acústicos, ou seja, pequenas salas de aula com T.R. = 0,4 s; auditórios de tamanho médio com T.R. = 0,8 s e salas amplas como igrejas e teatros com T.R. = 1,2 s. Os resultados mostraram-se piores para a condição monoaural, quanto mais elevado foi o tempo de reverberação em todas as faixas etárias.

PEKKARINEN & VILAJANEN (1991) mediram em 26 escolas, o T.R. e o nível de ruído em 31 salas de aula desocupadas e ocupadas com alunos. Seus resultados revelaram que, nas salas desocupadas o T.R. médio foi de 0,7 s e o nível de ruído médio de 33 dB NA. Já nas salas ocupadas,

o T.R. médio foi de 0,5 s, obtendo uma relação sinal/ruído de + 15 dB, o que consideraram excelentes condições acústicas.

Outro problema acústico comumente encontrado em salas de aula é o **ruído excessivo** e indesejável, cujos níveis médios encontram-se entre 30 e 35 dBA à noite, 40 e 50 dBA quando sistemas de ventilação estão ligados, 55 a 75 dBA quando há um professor e mais de 25 ocupantes e sabemos que estes níveis não deveriam exceder a 40 ou 50 dBA a fim de permitirem a correta interpretação da mensagem falada.

Recentemente, **COUTO (1994)**, no Brasil, verificou os efeitos do ruído e da reverberação na discriminação auditiva de 45 pré-escolares ouvintes nas faixas etárias de 4, 5 e 6 anos, elaborando um material composto por uma lista de monossílabos apresentada juntamente com figuras que os representavam. As listas foram apresentadas em quatro situações que envolviam diversas relações sinal/ruído e diferentes tempos de reverberação. Na situação 1, a lista foi gravada em câmara acústica sem ruído, com um T.R. de 0,2 s. Na situação 2 foi acrescentado um ruído do tipo "cafeteria noise", em uma relação sinal/ruído de + 4 dB. Na situação 3, a lista foi gravada em câmara reverberante, com um T.R. de 0,8 s e relação sinal/ruído de + 15 dB e, finalmente, na situação 4, a gravação foi feita no mesmo local da situação 3, só que o T.R. foi de 1,2 s e a relação sinal/ruído de + 4 dB. Os resultados mostraram que o desempenho entre os três grupos evidenciou um aumento no acerto de respostas, quando avaliados em cabine acústica sem ruído, sugerindo que à medida que as condições acústicas eram consideradas inaceitáveis (situação 4) o desempenho na discriminação auditiva diminuiu para as três faixas etárias estudadas. A autora sugere, ainda, que as salas de aula sejam projetadas de maneira a reduzir o ruído ambiental, recomendando que o local de sua construção seja silencioso, longe de avenidas barulhentas, arborizado, com janelas acusticamente tratadas. Além disso, recomenda o uso de materiais absorventes e densos para revestir as paredes internas a fim de absorverem os ruídos gerados pelos próprios alunos e concreto para atenuar os níveis

de ruído externo de corredores, tráfego e atividades esportivas.

3. CONCLUSÕES

A **Acústica** é a ciência que se preocupa com o estudo do som, sua produção, transmissão e detecção. A **Psicoacústica** ou **Acústica Fisiológica** lida com os atributos da sensação para frequência, intensidade, timbre e duração dos estímulos sonoros, servindo de base para a **Audiologia** determinar a acuidade auditiva dos indivíduos e fornecer, através de uma complexa bateria de testes subjetivos e objetivos, informações indispensáveis à compreensão do processamento auditivo necessário à percepção adequada dos sons da fala, bem como determinar os meios mais eficazes para preservar a audição.

Desta maneira, os programas de conservação auditiva devem ampliar sua área de atuação, incluindo, além da preservação da audição do trabalhador exposto a níveis intensos de ruído, área que há muito se utiliza dos conhecimentos deste importante ramo da Física, a adequação das condições acústicas do ambiente escolar. Esta inclusão poderá contribuir para que sejam minimizados os efeitos negativos que a acústica inadequada das salas de aula exerce na detecção, na discriminação e no reconhecimento da fala e, conseqüentemente, no processo de aprendizagem do alunos nas várias escolas existentes em nosso país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **BERG, F.S.** - *Acoustics and Sounds Systems in Schools*. San Diego, Singular Publishing Group Inc., 1993.
2. **COUTO, M.I.V.** - *Efeitos do Ruído e da Reverberação na Discriminação Auditiva em Pré-escolares Ouvintes*. São Paulo - 1994 - *Dissertação de Mestrado* - PUCSP.
3. **ELLIOT, L.** - *Effects of Noise on Perception*

A Importância da Acústica e da Psicoacústica para a "Audiologia: a Influência da Acústica das salas de aula na percepção da fala"

of Speech by Children and Certain handicapped Individuals. **Sound and Vibration**: 10-14, 1982.

4. FINITZO-HIEBER, T. - Classroom Acoustics. In: DOWNS, M.P. & ROESER, R.(ed) - **Auditory Disorders in School Children**. New York, Thieme Stratton Inc., 1981.

5. NABELEK, A.K. - Identification of Vowels in Quiet, Noise and Reverberation: Relationships with Age and Hearing Loss. **J.Acoust.Soc.Am.**, **84**(2): 476-484, 1988..

6. NEPOMUCENO, L.X. - **Barulho Industrial**. Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes, 1984.

7. PEKKARINEN, E. & VILJANEN, V. - Acoustic Conditions for Speech Communication in Classrooms. **Scand.Audiol.**, **20**: 257-263, 1991.

8. RUSSO, I.C.P. - **Acústica e Psicoacústica aplicadas à Fonoaudiologia**. São Paulo, Editora Lovise, 1993.

9. RUSSO, I.C.P. & BEHLAU, M. - **Percepção da Fala: Análise Acústica do Português Brasileiro**. São Paulo, Editora Lovise, 1993.

CONTROLE DE RUÍDO DAS MÁQUINAS

PROF. SAMIR N.Y. GERGES, PH.D.

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Mecânica

Laboratório de Vibrações e Acústica

Cx.P. 476 - Florianópolis - SC - Brasil - CEP:88040-900

Tel:(048)2344074 ou 2319227 Fax: (048)2341524 ou 2341519

INTRODUÇÃO

As máquinas e os processos industriais são compostos de vários elementos como estatores, engrenagens, ventiladores, painéis vibrantes, escoamento turbulento de fluido, etc. Máquinas silenciosas significam níveis baixos de vibração de superfície, níveis baixos de impacto com maior duração, baixas velocidade e turbulência do fluido. Neste trabalho as fontes principais de vibração de superfície de sólidos e a geração de ruídos no ar são discutidas, bem como são apresentadas recomendações para redução de ruído de alguns casos práticos.

1 - GRANDEZAS ACÚSTICAS

O ruído é causado pelas vibrações das moléculas do meio "u" [m/s], através de compressões e rarefações gerando variação da pressão total, isto é a **Pressão Sonora "p"** [Pascal], sendo que "p" depende da fonte, da distância entre a fonte e receptor e do ambiente. O número de ciclos por segundo das vibrações das moléculas é chamado **'Frequência' em [Hz]**. As ondas acústicas propagam-se com velocidade de som "c" [m/s]. Para o ar, a velocidade do som é dada por:

$c = 331 + 0,6 t$, onde t é a temperatura em °C, (para 20 °C temos $c = 343$ m/s).

Uma importante propriedade das fontes de ruído é a **Potência Sonora "W"** [Watts]. W é apenas dependente da própria fonte e independente do ambiente ou da distância da medição. A **Intensidade Sonora "I"** [watts/m²] é definida como a razão do fluxo de energia através de uma área unitária normal à direção de propagação. Os valores

RMS das grandezas p, W e I podem ser escritos em escala decibel:

$$NPS = 20 \log [p/(2.10E-5)],$$

$$NWS = 10 \log [W/10E-12],$$

$$NI = 10 \log [I/10E-12].$$

Somas e subtrações de NPS, NWS e NI devem ser feitas através de p^2 , W e I. Isto é, a soma de 90 dB + 90 dB é 93 dB e não 180 dB.

2 - FONTES DE RUÍDO

Campos sonoros no ambiente de trabalho são complexos devido a participação de muitas fontes e trajetórias, tais como: propagação através do ar (*air-borne noise*), propagação através de sólidos (*structure-borne noise*), difração nos contornos das máquinas, absorção nas superfícies etc.. Por esse motivo, qualquer medida de controle de ruído deve ser executada após um estudo de classificação das fontes, usando técnicas de identificação e

quantificação da contribuição de cada fonte de ruído e/ou vibrações. Os mecanismos básicos da geração de ruídos podem ser as vibrações e radiações de superfícies sólidas e/ou ruídos gerados no ar [Allen, 1970], conforme a seguir.

2.1 - VIBRAÇÃO E RADIAÇÃO DE SUPERFÍCIES SÓLIDAS

Superfície vibrante, por acionamento ou por contato rígido com um sistema vibratório, irradia potência sonora "W" proporcional a área vibrante "S" e a média quadrada temporal e espacial da velocidade de vibração $\langle V^2 \rangle$:

$$W = r \cdot c \cdot S \cdot \langle V^2 \rangle \cdot s_{\text{rad}}$$

Onde:

r é a densidade do ar (Kg/m^3)

c é a velocidade do som (m/s)

s_{rad} é a eficiência de radiação [Gerges, 1992]

Portanto procurar reduzir a área vibrante e/ou reduzir a velocidade de vibração. A redução da área de vibração pode ser feita separando uma grande área em áreas pequenas e/ou usando uma junta flexível. A redução da área de vibração por um fator de dois proporciona uma redução de 3 dB no nível de potência sonora ($10 \log 2 = 3 \text{ dB}$). A redução da velocidade de vibração pode ser feita usando materiais de amortecimento na frequência de ressonância e/ou bloqueando a vibração forçada. A redução da velocidade de vibração por um fator de dois proporciona uma redução de 6 dB na potência sonora ($10 \log 2^2 = 6 \text{ dB}$). Exemplos típicos de fontes de vibração e irradiação são: máquinas de rotação de carregamento excêntrico; vibrações de painéis e carcaças de máquinas, os quais podem irradiar som como um alto-falante e, também, vibrações e radiações de ruído de superfície nas frequências de ressonância induzidas por impacto.

2.2 - GERAÇÃO E PROPAGAÇÃO DE RUÍDO NO AR

Turbulência e vórtices no ar geram ruído, especialmente escoamento de ar em altas velocidades. Turbulência pode ser gerada: movendo ou rodando objetos sólidos no ar, como a ponta da pá de um ventilador, mudando a alta pressão na descarga do fluido para baixa pressão (ou pressão atmosférica), como um jato de limpeza de ar comprimido e, também, introduzindo um obstáculo no escoamento de fluido em altas velocidades.

A potência sonora gerada por um escoamento turbulento é proporcional a oitava potência da velocidade de escoamento ($W \propto V^8$), o que significa que dobrando a velocidade de escoamento (V) incrementa-se a potência sonora um fator de 254 ou 24 dB ($10 \log 2^8 = 24 \text{ dB}$). Por isso, deve-se buscar reduzir a velocidade de escoamento usando difusores e remover obstáculos ou torná-los mais suaves.

Os próximos exemplos mostram as aplicações destes conceitos fundamentais para a redução de ruído de máquinas.

3 - REDUÇÃO DE RUÍDOS DAS MÁQUINAS

Nesta seção soluções são apresentadas para as máquinas geralmente usadas em instalações industriais tais como: jatos industriais de ar comprimido, ventiladores, exaustores, compressores, motores elétricos, máquinas de marcenaria e ferramentas pneumáticas. Para cada caso, o mecanismo de geração de ruídos é discutido e as medidas de controle são apresentadas.

3.1 - JATOS INDUSTRIAIS DE AR COMPRIMIDO

Ruídos de jatos industriais, provavelmente ocupam a terceira maior causa de danos da audição após os ruídos de impacto e os ruídos de movimentação de material. Jatos de ar são usados

extensivamente para limpeza, secagem, ejeção de peças, equipamentos pneumáticos, descarga de ar comprimido e/ou vapor etc. O nível de pressão sonora típico a 1m do bocal pode atingir 105 dBA.

3.1.1 - Fontes de Ruído

A pressão de reservatório de ar comprimido é usualmente em torno de 45 a 105 psi (3 a 7 bar). A aceleração do ar varia de zero, no reservatório, até uma velocidade máxima na saída do bocal. A velocidade do fluido através do bocal pode tornar-se sônica, isto é, atingir a velocidade do som. Isto resulta numa alta geração de ruídos em banda larga de frequência com o nível máximo numa faixa de frequência entre 2 e 4 KHz.

3.1.2 - Medidas de Controle de Ruídos

Dois métodos básicos de controle de ruído são geralmente usados [Lord, Evensen e Stein, 1977], [Huang e Rivin, 1985], e [Fredel, 1990] (1) redução da componente de alta velocidade do jato (fig. 1- a) em múltiplas componentes de pequena velocidade, como num bocal múltiplo, com ou sem tubo de extensão (ver fig. 1- b e 1- c respectivamente) ou usando um bocal difusor limitado (fig. 1- d). (2) redução da zona turbulenta pela criação de um fluxo secundário envolvendo o fluxo principal do jato, como no caso do bocal amplificador (fig. 1- e). A escolha do tipo do bocal de baixo ruído depende de sua uso. Para processos de resfriamento e secagem é necessário uma grande velocidade de fluxo com baixa força, como o bocal amplificador, enquanto que para processos de ejeção é necessário uma alta força direcional, como no bocal múltiplo.

Medições de ruído foram realizadas em quatro indústrias no Brasil: uma fabricante de cigarros, uma fabricante de pistões, uma fabricante de compressores de automóveis e um armazém agrícola, onde o jato de ar é usado para limpeza. Em cada caso, o nível de pressão sonora foi medido na posição do ouvido do operador usando pistola de jato de ar clássica, e a mesma pistola com um tipo

multi-bocal. A configuração do bocal múltiplo usado foi variada (número, diâmetro e disposição dos orifícios) até o operador estar satisfeito com o desempenho do jato. Uma redução entre 5 e 9 dBA foi obtida. Portanto, é recomendável que várias configurações de bocais, para uma dada aplicação, sejam testadas antes de ser feita a seleção final entre os bocais silenciosos.

3.2 - VENTILADORES E EXAUSTORES

Rotores são usados para mover um grande volume de fluido para ventilação (trazendo ar puro e/ ou lançando para fora pó, névoas de vapor ou óleo industrial), para operações de secagem ou resfriamento etc. Rotores industriais possuem vazão de baixa velocidade, baixa pressão estática e grande volume. Rotores devem operar sobre sua curva característica vazão-pressão no ponto de eficiência máxima. Logo, a escolha entre rotores axiais ou centrífugos é feita pelo fabricante para satisfazer uma determinada pressão estática e vazão com eficiência máxima.

3.2.1 - Fontes de Ruído

Existem três fontes básicas de geração de ruídos por ventiladores e/ou exaustores:

- 1- Ruído aerodinâmico de banda larga gerado pelo fluxo turbulento.
- 2- Ruídos de tons discretos na frequência de passagem das pás, F_p (Hz), dado por:
 $F_p = (\text{Rotação em R.P.M.} \times \text{número de pás} / 60)$, e os seus harmônicos ($2F_p$, $3F_p$, etc.)
- 3- Ruídos mecânicos devido à montagem, à posição, ao balanceamento, etc.

O nível de potência sonora (NWS) gerado pelos ventiladores (sem o motor) pode ser facilmente calculado usando a equação de Graham [Graham, 1972].

$$\text{NWS} = K + 10 \log \bar{Q} + 20 \log P_a + C$$

onde:

Controle de Ruído das Máquinas

Tipo de rotor	Diâmetro	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	C
Airfoil, curvada ou inclinada para trás	acima de 0,75 m	80	80	79	77	76	71	63	55	3
	abaixo de 0,75 m	84	86	84	82	81	76	68	60	3
Radial modificada	acima de 1,0 m	93	90	88	88	83	78	75	74	5
	abaixo de 1,0 m	96	95	93	93	88	83	80	79	5
Radial de pressão tipo A, B, C e D	acima de 1,0 m	93	87	90	87	85	80	78	77	8
	entre 1 a 0,5 m	103	96	96	93	93	88	86	85	8
	abaixo de 0,5 m	111	105	106	98	92	87	86	81	8
Radial tipo E	acima de 1,0 m	98	94	90	87	83	78	75	74	7
	abaixo de 1,0 m	101	106	100	91	88	85	80	86	7
Curvada para frente	todos	95	91	86	81	76	73	71	68	2
Axial com guias	acima de 1,0 m	87	84	86	87	85	82	80	70	6
	abaixo de 1,0 m	85	87	91	91	91	89	86	80	6
Tubo axial	acima de 1,0 m	89	87	91	89	87	85	82	75	7
	abaixo de 1,0 m	88	89	95	94	92	91	85	83	7
Hélice	todos	96	93	94	92	90	90	88	86	5

\bar{Q} é o fluxo de volume (m³/seg).

P_a é a pressão estática (kPa).

K é o fator para cada banda de 1/1 oitava, dado na tabela a seguir:

C é o aumento devido ao ruído de frequência de passagem dos pás

Baseado na predição da potência sonora, o nível de pressão sonora pode ser estimado em posições específicas em certas instalações. Elementos finitos, elementos de contorno ou métodos de raio acústico podem ser usados para essas estimativas (Munjal, 1987).

3.2.2 - Medidas de Controle de Ruído

Dois tipos básicos de solução são disponíveis: o uso de silenciadores dissipativos ou o recente silenciador ativo de cancelamento eletrônico de ruído. As figuras 2 e 3 mostram silenciadores dissipativos típicos circulares e retangulares respectivamente. A seleção de tais silenciadores deve levar em consideração os seguintes parâmetros:

1- O espectro do nível de potência sonora gerado pelos rotores.

2 - A atenuação de ruído requerida, que pode ser expressa como a Perda por Inserção Dinâmica (PID), que é a diferença do nível de pressão sonora com e sem o silenciador instalado num sistema de duto com fluxo de ar.

3- Perda de pressão causada pela presença do silenciador a qual pode ser vencida pelo rotor.

4- Auto-geração de ruídos devido a presença do silenciador.

A solução ideal é, em vista dos fatores acima, que os próprios fabricantes forneçam os silenciadores juntamente com os ventiladores. No caso de um silenciador projetado para um dado rotor já instalado, os quatro fatores acima devem ser considerados no projeto do silenciador. É recomendável que sejam contratados profissionais especializados para satisfazer a atenuação de ruído exigida, mantendo o rotor no ponto de eficiência máxima.

Visto que o mecanismo básico do silenciador dissipativo é a absorção de energia sonora, então a eficiência dos silenciadores depende das dimensões e espessura dos materiais de absorção utilizados. Em baixas frequências, especialmente abaixo de 500 Hz, um grande silenciador é necessário para conseguir alta absorção sonora e garantir uma apreciável atenuação de ruído.

Silenciadores de controle ativo de ruído são os mais eficientes a frequências inferiores a 500 Hz. O invento de Lueg, em 1936, foi de difícil viabilização com circuito eletrônico análogo, devido à precisão necessária, mas, recentemente, com os avanços da tecnologia digital e com o baixo custo de sistemas de controle digitais, a mesma invenção pôde ser implantada economicamente. No silenciador ativo a onda sonora é capturada, controlada e defasada, e então emitida para cancelar a onda original. Silenciadores ativos são agora disponíveis comercialmente e podem atingir reduções de até 32 dB nas componentes de ruído de frequência de passagem das pás [Eriksson, 1989]. Um silenciador compacto híbrido pode ser usado para reduzir ruídos de baixa frequência pelo princípio de controle ativo e reduzir ruídos de alta frequência pelo mecanismo dissipativo.

3.3 - COMPRESSORES

Compressores são usualmente máquinas ruidosas com compressão alta. Eles são usados por

exemplo, para transporte de materiais ou produtos. Existem vários tipos de compressores: centrífugos (por exemplo lóbulos, como mostrado na figura 4), de engrenagem etc.

3.3.1 - Fontes de Ruído

A geração de ruído é causada pela compressão de um determinado volume de fluido e seu carregamento em torno da carcaça até a saída com pressões superiores. Os pulsos de pressão dos compressores são severos e os níveis de pressão sonora equivalente podem exceder 105 dBA. O ruído gerado é periódico, com componentes de tons discretos e harmônicos no seu espectro.

3.3.2 - Medidas de Controle de Ruídos

Desde que ruídos discretos de baixas frequências sejam predominantes (devido ao pequeno número de lóbulos, lâminas etc.), silenciadores reativos tipo câmara de expansão (como aqueles silenciadores de escapamentos de automóveis) são efetivos. Geralmente, um silenciador é necessário na entrada e outro na saída, como mostrado na figura 4. Silenciadores reativos usam o princípio da mudança de impedância acústica, refletindo as ondas de volta a fonte. A perda de pressão causada pelo silenciador é desprezível se comparada com a do compressor. Também é importante prever o isolamento da vibração entre o compressor e a tubulação pelo uso de juntas flexíveis, com perda de transmissão sonora suficiente [Bell, 1982]. O isolamento da vibração entre o conjunto motor/compressor e o chão é extremamente importante. As últimas fontes de ruído são aquelas transmitidas da carcaça do compressor e do ruído mecânico (engrenagens, ponto de apoio etc.). Portanto, em algumas instalações, o enclausuramento dos compressores é necessário. Os dados da potência sonora para compressores, rotores e/ou ventiladores são obtidos através dos fabricantes, ou através da *Air Moving and Conditioning Association (AMCA)* e/ou a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE)*, para especificações de compra.

3.4 - MOTORES ELÉTRICOS

O motor elétrico converte energia elétrica para energia magnética-mecânica com a produção de um proveitoso torque no rotor. Parte da transformação da energia é convertida em calor, causando um aquecimento no rotor, no estator e na carcaça, portanto num motor elétrico deve ser usado um sistema de resfriamento. O ventilador de refrigeração pode ser incorporado dentro, como no caso de um motor "aberto", ou fora, como no caso de um motor "totalmente fechado com ventilação forçada" (TEFC). Portanto, Um motor "aberto" é menos ruidoso que um TEFC. Motores TEFC são mais usados devido a sua construção robusta que pode resistir a meios agressivos. Motores "abertos" são menos utilizados devido a possibilidade de contaminação pelo meio.

3.4.1 - Fontes de Ruído

Existem quatro fontes básicas envolvendo o ruído gerado pelos motores elétricos:

- 1- Ruídos aerodinâmicos de banda larga gerados pelo fluxo turbulento na entrada/saída do ventilador de refrigeração.
- 2- Componentes discretas de frequência causadas pela frequência de passagem das pás do ventilador.
- 3- Ruído gerado por vibrações causadas pelas forças magnéticas.
- 4- Ruídos mecânicos causados pelos pontos de apoio, vibração da carcaça, desbalanceamento do rotor e/ou pela montagem do motor. Portanto, deve ser dada atenção cuidadosa ao isolamento da vibração, montagem e manutenção dos motores.

Ruído gerado pelo ventilador do motor é a fonte dominante de ruído, especialmente para motores TEFC. Um aumento severo no ruído acontece quando a velocidade de rotação aumenta de 1800 R.P.M. para 3600 R.P.M., quando o nível de

pressão sonora pode atingir 106 dBA. A contribuição do ventilador sozinho está entre 30 e 50 dBA. Esta grande contribuição do ventilador é devido a sua forma. As pás do ventilador normalmente são retas (ver figura 5), uma vez que o resfriamento do motor é independente do sentido de rotação. Ventiladores de pás retas são muito ruidosos, devido a grandes turbulências aerodinâmicas geradas.

3.4.2 - Redução de Ruído

Visto que a fonte de ruído dominante é gerada pelo ventilador, um silenciador de absorção pode ser usado (ver figura 6). Uma redução total de 6 a 10 dBA pode ser esperada [Bell, 1982]. Para grandes motores um enclausuramento com baixa perda de carga na entrada e na saída pode proporcionar significativas reduções de ruído. Substituindo uma pá reta por uma curva, o ventilador pode atingir reduções de ruído de até 8 dBA, mas deve ser tomado o cuidado no uso desse motor somente em um sentido de rotação (ver figura 7).

3.5 - MÁQUINAS DE MARCENARIA

A indústria madeireira tem experimentado um aumento do nível de ruído como resultado de máquinas modernas, mais rápidas e mais compactas. As maiores fontes de ruído são os cortadores principais e as serras circulares. Níveis de pressão sonora equivalente na indústria de fabricação de móveis podem ultrapassar 106 dBA.

3.5.1 - Fontes de Ruído

Máquinas para trabalhar a madeira usam operações de corte, moagem, modelação etc.. Duas fontes básicas de ruído estão envolvidas:

- 1- Vibração da estrutura e radiação do ruído através de pedaços de madeira ou da ferramenta de corte (como a lâmina da serra circular) e da carcaça da máquina, especialmente em fre-

qüências mecânicas ressonantes.

2- Ruído aerodinâmico causado pela turbulência, que é gerada pela rotação da ferramenta e pelas partículas de serragem. Ruído é também gerado pelo exaustor de pó e sistemas de carregamento e remoção de lascas.

3.5.2 - Redução de Ruído

No controle de ruído em máquinas para trabalhar a madeira, o custo efetivo e a eficiência da manutenção devem ser considerados. Exemplos típicos de redução de ruído são:

1- O ruído de uma serra circular produz níveis de pressão sonora em torno de 88 dBA enquanto não corta a madeira, e 97 dBA durante a operação, dependendo da rigidez do material. O ruído é gerado pela interação aerodinâmica da lâmina da serra com o ar ao redor, pela interação mecânica com a serragem, e pela vibração e radiação do som vindo da lâmina e da serragem. A técnica de redução consiste na modificação da lâmina com ranhuras de expansão e placa de amortecimento aderida à lâmina da serra (ver figura 8).

2- Uma máquina plaina de acabamento final com uma faca reta excita a chapa de madeira e a carcaça da máquina pelo impacto da operação. O nível de pressão sonora típico é de 95 a 102 dBA sem cortar, e 100 a 105 dBA durante o corte, que acontece em torno de 80% do tempo. Uma máquina com faca helicoidal de carbono fornece uma redução de ruído entre 15 e 20 dBA devido às uniformes e pequenas áreas de contato com a peça (ver figura 5). Para operações de ranhuramento, entalhe e modelação, uma dupla plaina é usada. Um cabeçote de corte com dentes curvos e um número desigual de dentes pode distribuir a energia do ruído numa ampla faixa de frequência com um baixo nível de ruído (ver figura 9).

3.6 - FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS

Ferramentas manuais de ar comprimido como furadeiras, lixadeiras, afiadores, pistolas de rebitar, martelos, pistolas de impacto, britadeiras

etc. são largamente usadas numa ampla faixa de aplicações industriais.

3.6.1 - Fontes de Ruído

Existem três fontes principais que dominam a geração de ruído:

1- Ruído produzido pelo contato entre a máquina e a superfície de trabalho. A vibração transmitida pela ferramenta tende a vibrar a superfície, gerando alta radiação de ruído, especialmente nas médias e altas frequências.

2- Ruído de exaustão de ar, causado por escoamento turbulento devido ao ar comprimido passar pelo motor, e por ruído aerodinâmico gerado na exaustão de ar.

3- Radiação sonora da vibração da ferramenta causada pelo escoamento de ar em seu interior.

3.6.2 - Controle de Ruído

Ferramentas pneumáticas são geralmente mais ruidosas do que ferramentas elétricas devido ao ruído na exaustão de ar comprimido. A redução de ruído de ferramentas pneumáticas pode ser incorporada pelo fabricante em seu projeto. As principais técnicas para controle de ruído são:

1- Incorporando um silenciador na saída de ar da ferramenta.

2- Mudando o tipo de operação, como por exemplo num rebitemento usando uma ferramenta hidráulica ao invés de um martelo pneumático, o que proporciona a mesma força aplicada num maior intervalo de tempo.

3- Usando forças magnéticas para fixação de peças no local de trabalho, reduzindo a vibração e conseqüentemente a radiação de ruído.

Ferramentas modernas de baixo ruído são disponíveis [Lindquist, 1988] com preço de duas a três vezes maior que o de ferramentas ruidosas similares. Estas ferramentas modernas tem as soluções de redução de ruído incorporadas pelo fabricante. Um exemplo típico é um afiador moderno, que pode alcançar uma redução de ruído de 82 dBA para 77 dBA, pela incorporação de uma vál-

vula com um silenciador multi-furado para exaustão do ar dentro do cabo de suporte (ver figura 10). Isto proporciona uma pressão quase constante dentro da máquina, independente do consumo de ar.

4 - ELEMENTOS DE REDUÇÃO DE RUÍDO

Uma grande variedade de elementos de redução de ruído são disponíveis comercialmente. É altamente recomendável que máquinas e equipamentos sejam comprados com elementos de redução de ruído incorporados, para evitar qualquer tipo de solução subsequente que poderia afetar o desempenho da máquina. Uma especificação do limite de ruído para máquinas pode forçar o fabricante a desenvolver máquinas de baixo ruído. Alguns dos mais comuns elementos de redução de ruído são: silenciadores dissipativos (ver seção 3.2.2), silenciadores reativos (ver seção 3.3.2), barreiras, isoladores de vibração, enclausuramentos etc. O enclausuramento é uma solução prática e amplamente usada, onde a energia sonora é presa do lado de dentro, mantendo um baixo ruído do lado de fora [Berger, 1986]. O enclausuramento tem que proporcionar condições de operação e manutenção necessária à máquina, como a necessidade de aberturas para refrigeração. Elementos de menor perda de transmissão "PT", como aberturas e janelas, podem reduzir o isolamento do ruído. Por isso silenciadores com alta PT podem ser instalados nas saídas e/ou entradas de refrigeração. Exemplos típicos são mostrados nas figuras 11 e 12.

5 - CONCLUSÃO

A engenharia de controle de ruído é uma multi-disciplina, envolvendo não somente conceitos de controle de ruído como, também, informações detalhadas dos mecanismos de operação, instalação e manutenção das máquinas. Qualquer solução de controle de ruído para uma máquina ou

processo existentes deveria envolver os departamentos de produção, operação e manutenção. Isso garantiria uma solução operacional e evitaria objeções das pessoas envolvidas aos elementos de redução de ruído instalados.

O custo da redução de ruído envolve o custo dos elementos de controle de ruído e sua manutenção operacional. Os benefícios obtidos envolvem não somente a redução do pagamento de adicional de insalubridade para os trabalhadores, como também economia em assistência médica, aumento de produtividade, redução das reclamações de trabalhadores etc. A quantificação dos benefícios é muito difícil, devido aos fatores subjetivos e humanos envolvidos, como por exemplo: qual o benefício obtido se os trabalhadores estão com uma boa saúde física? Saúde não pode ser quantificada monetariamente.

6- REFERÊNCIAS

1. ALLEN H.C. (1970). "Guidelines for Designing Quieter Equipment", Mechanical Engineering, January 70, 28-33.
2. Bell L. H. (1982). "Industrial Noise Control", Marcel Dekker, Inc. Chapter 12, page 477.
3. Berger E.H., Ward W.D., Morrill J. C. and Royster L.H. (1968). Noise and Hearing Conservation Manual. American Industrial Hygiene Association.
4. Fredel S.C. (1990). "Industrial Jet Noise", (in Portuguese). M.Sc. dissertation at the Federal University of Santa Catarina, Florianópolis - SC - Brazil. 210 pages.
5. Graham J.B. (1972). How to Estimate Fan Noise. Sound and Vibration, May 72, 24-27.
6. Huang B. and Rivin E.I. (1985) "Noise and Air Consumption of Blow-Off Nozzles", Sound and Vibration, July 85, 26-33.
7. Lindqvist B., Ahlberg E. and Skogsberg L. (1986). "Ergonomic Tools in Our Time" edited by Bo Lindqvist from Atlas Copco

Tools manufacturer. 37-63.

8. Lord H. W., Evensen H. A. and Stein R.J. (1977). "Pneumatic Silencers for Exhaust Valves and Parts Ejectors", Sound and Vibration, May 77, 26-34.

9. Munjar, M. L., Acoustics of Ducts and Mufflers (1987), John Wiley & Sons. Page 254.

10. Samir N. Y. Gerges, Ruído: Fundamentos e Controle - Um livro de 600 páginas, 1992 - UFSC

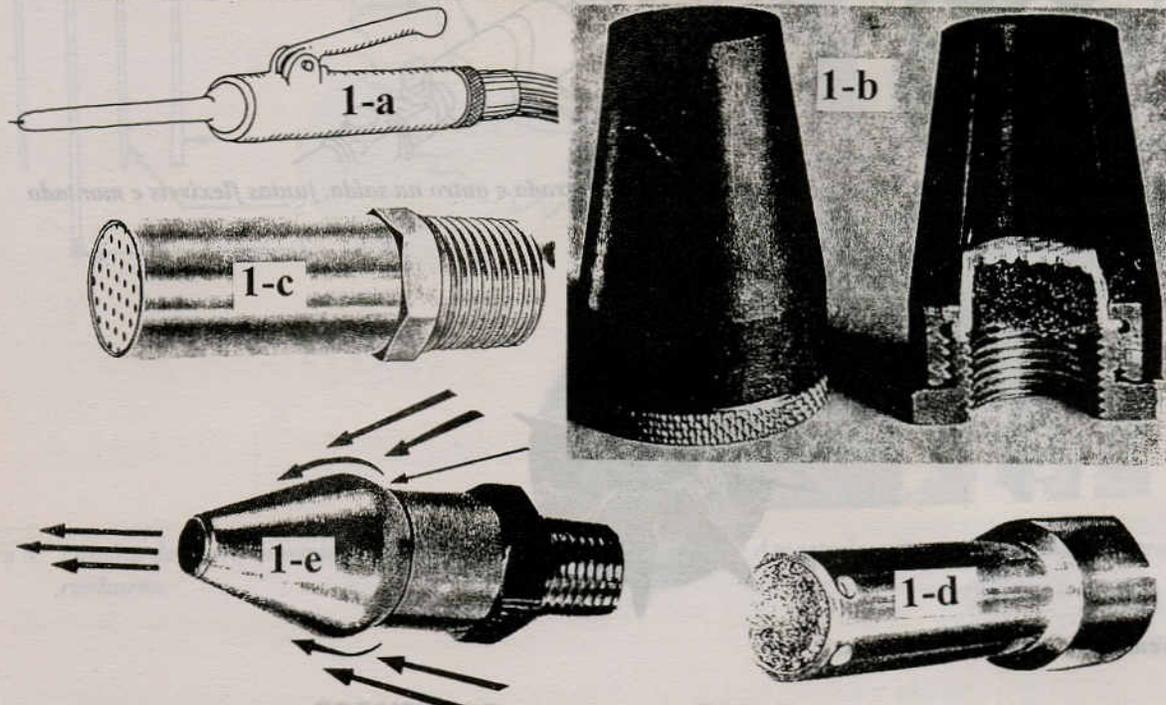


Figura 1: Bocal de jato industrial ruidoso (1 - a) e bocais silenciosos (1 - d a 1 - e)

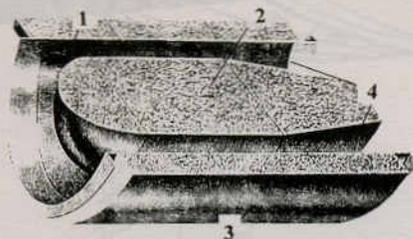


Figura 2: Silenciador Circular

(1) Placa perfurada; (2) materiais de absorção; (3) Carcaça; (4) Entrada e saída suave do ar

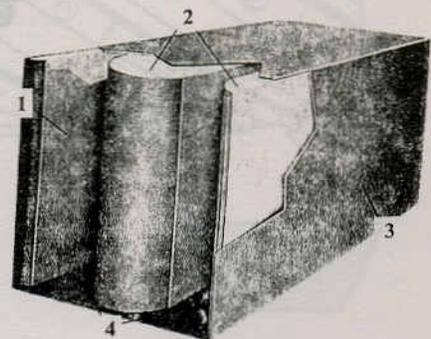


Figura 3: Silenciador retangular

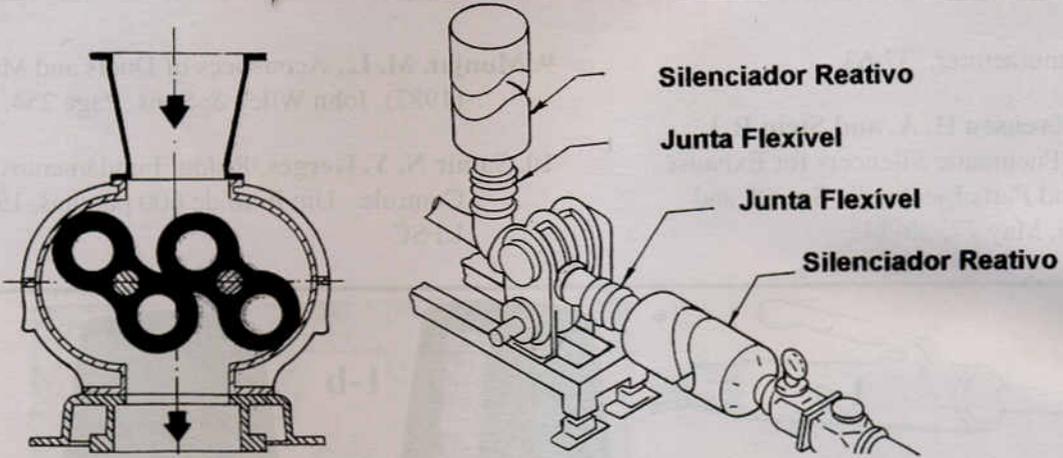


Figura 4: Compressor de lóbulos, com silenciador reativo na entrada e outro na saída, juntas flexíveis e montado acima de isoladores de vibrações

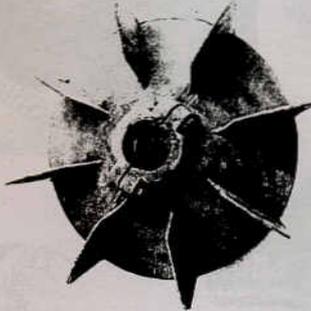


Figura 5: Ventilador ruidoso de pás retas

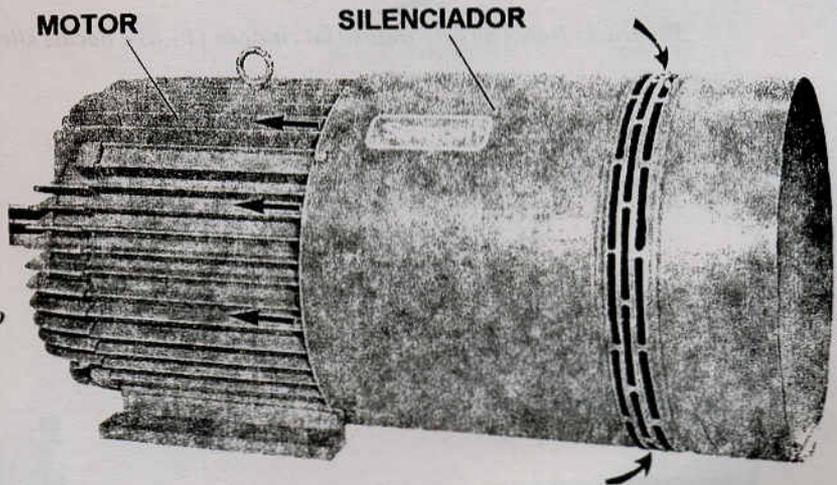


Figura 6: Motor com silenciador resistivo

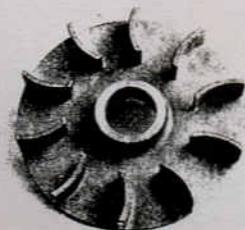


Figura 7: Ventilador Silencioso de pás curvas

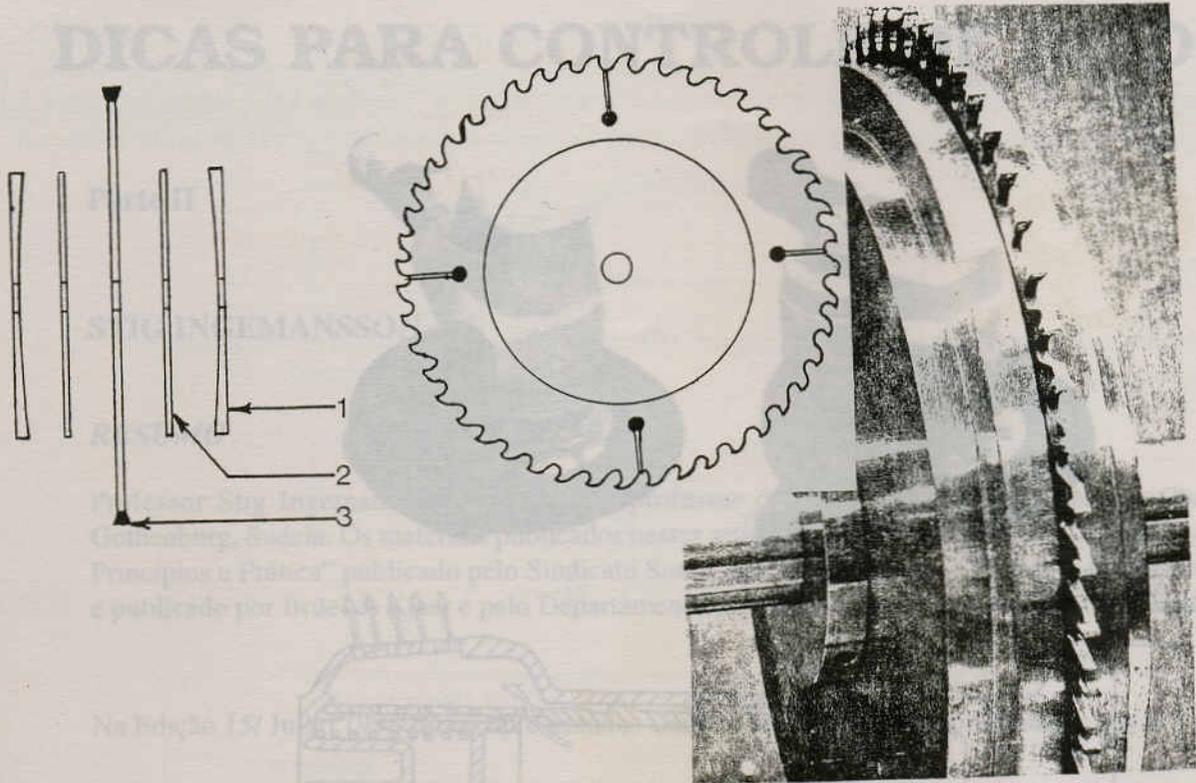


Figura 8: Lâmina de Serra mostrando; (1) Disco de rigidez, (2) Placa de Amortecimento e (3) Lâmina de serra com ranhuras.

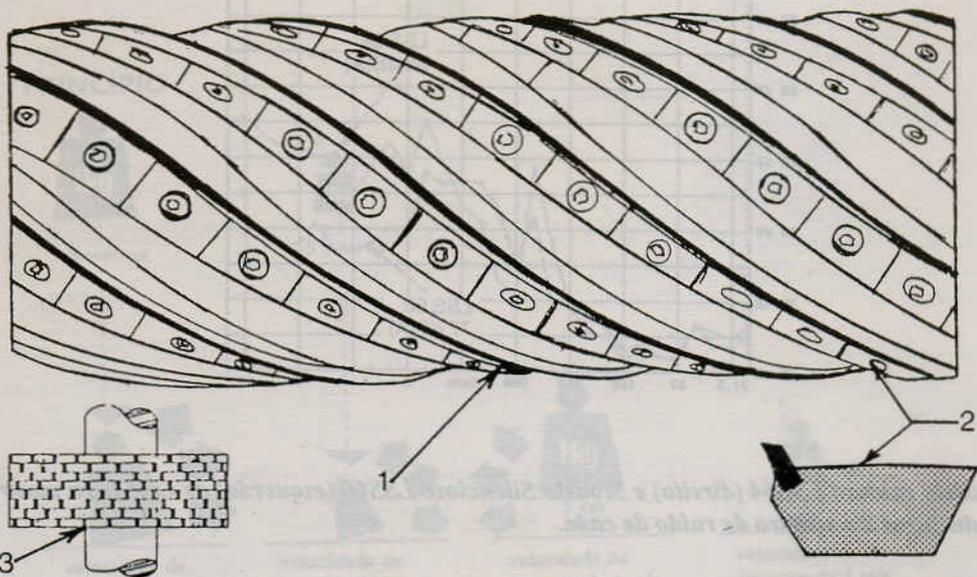


Figura 9. Máquina plainadora (1) com face hecicoidal, (2) Faca de carbono e (3) com número desigual de dentes.

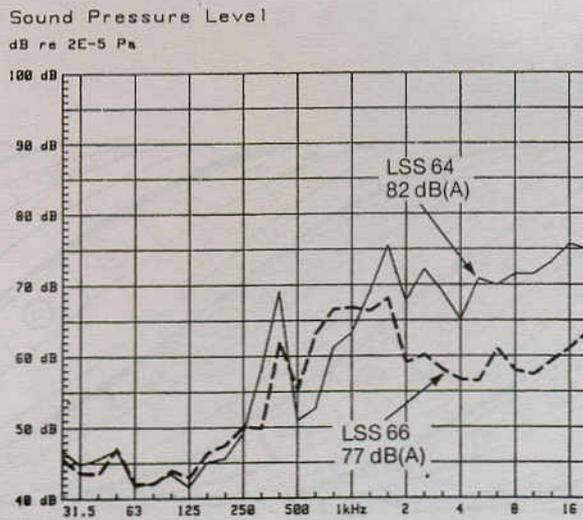
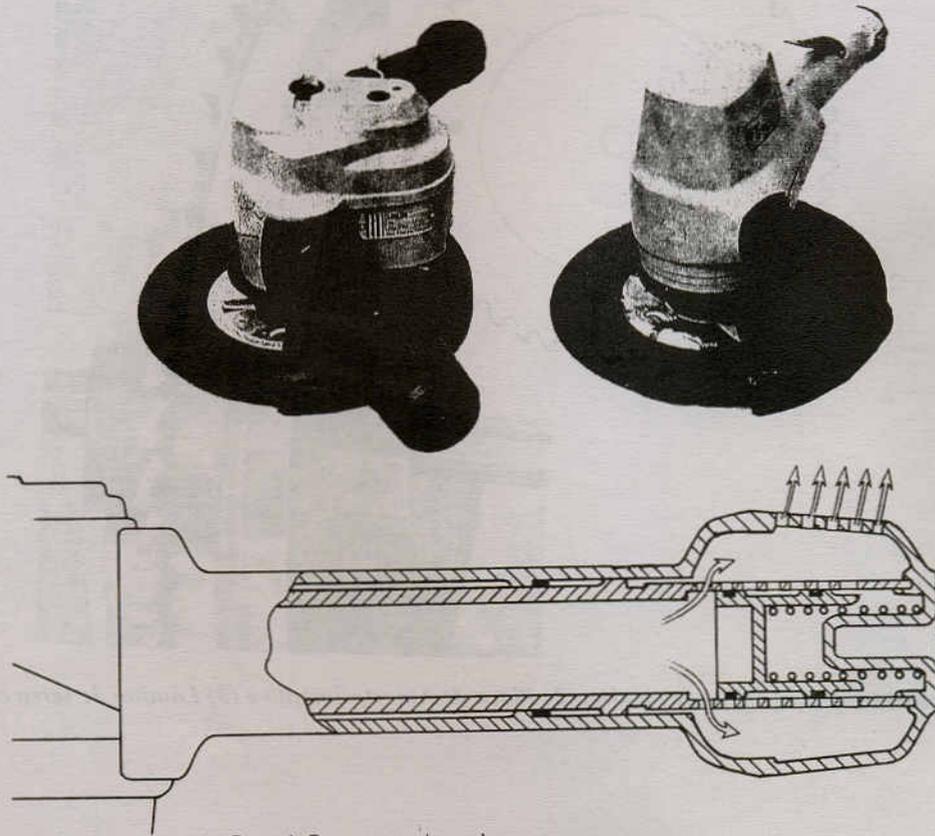


Figura 10. Modelo ruidoso LSS64 (direita) e Modelo Silencioso LSS66 (esquerda) de Lixadeira mostrando escapamento multi-furos e o espectro de ruído de cada.

DICAS PARA CONTROLE DE RUÍDO

Parte II

STIG INGEMANSSON

RESUMO

Professor Stig Ingemansson é consultor e professor da Universidade de Tecnologia Chalmers em Gothenburg, Suécia. Os materiais publicados nestes artigos são tirados do seu livro “Controle de Ruídos: Princípios e Prática” publicado pelo Sindicato Sueco dos Trabalhadores. O livro foi traduzido em Inglês e publicado por Brüel & Kjaer e pelo Departamento dos Trabalhadores do Governo dos Estados Unidos.

Na Edição 15/ Julho 1995 foram apresentados Casos 1 a 7. Aqui serão apresentados casos 8 a 11.

8 - QUANTO MENOR A MASSA E A ALTURA DA QUEDA, MENOR É O RUÍDO

O ruído gerado por impacto de objeto é determinado pelo peso e altura da queda (figura 8a). Se a altura da queda de um objeto é reduzida de 5m para 5cm, o nível de ruído cai cerca de 20 dB.

PRINCÍPIO

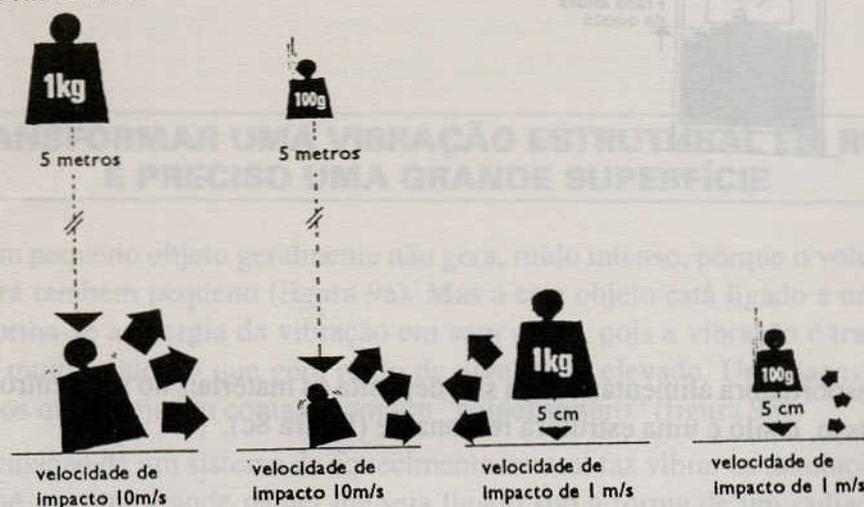


Figura 8a:

Exemplo 1

Na saída de uma máquina de produção, os produtos manufacturados caem de uma altura fixa para um coletor (figura 8b). Quando o coletor está vazio a altura da queda é grande e o nível de ruído é elevado.

Solução 1

A altura da queda é regulada e é sempre a mesma, além disso, a queda é amortecida pelas tiras de borracha (figura 8b).

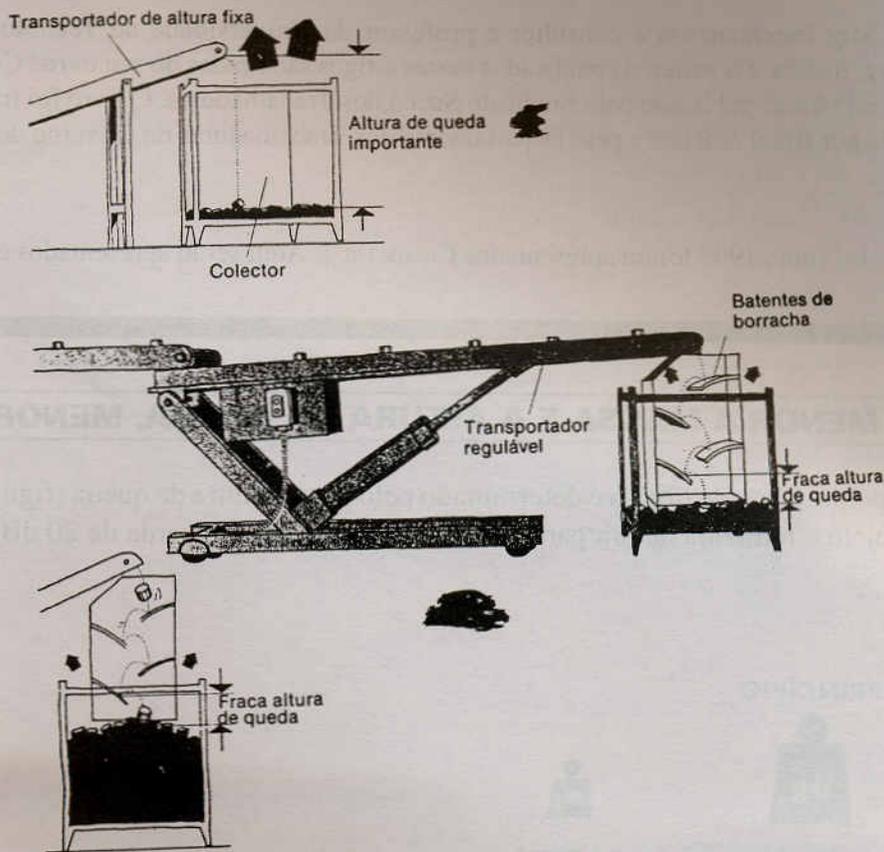


Figura 8b:

Exemplo 2

Uma correia transportadora alimentando um silo deposita os materiais no seu centro. A altura da queda é grande e, além disso, o silo é uma estrutura ressonante (figura 8c).

Solução 2

Montar a correia de maneira que os materiais caiam na borda do silo a fim de que a altura da queda livre seja reduzida ao mínimo.

O interior do silo pode ser revestido por um material resiliente (borracha), resistente ao desgaste para absorver melhor os impactos, e as superfícies exteriores podem ser revestidas de placas amortecedoras para reduzir as ressonâncias (figura 8c).

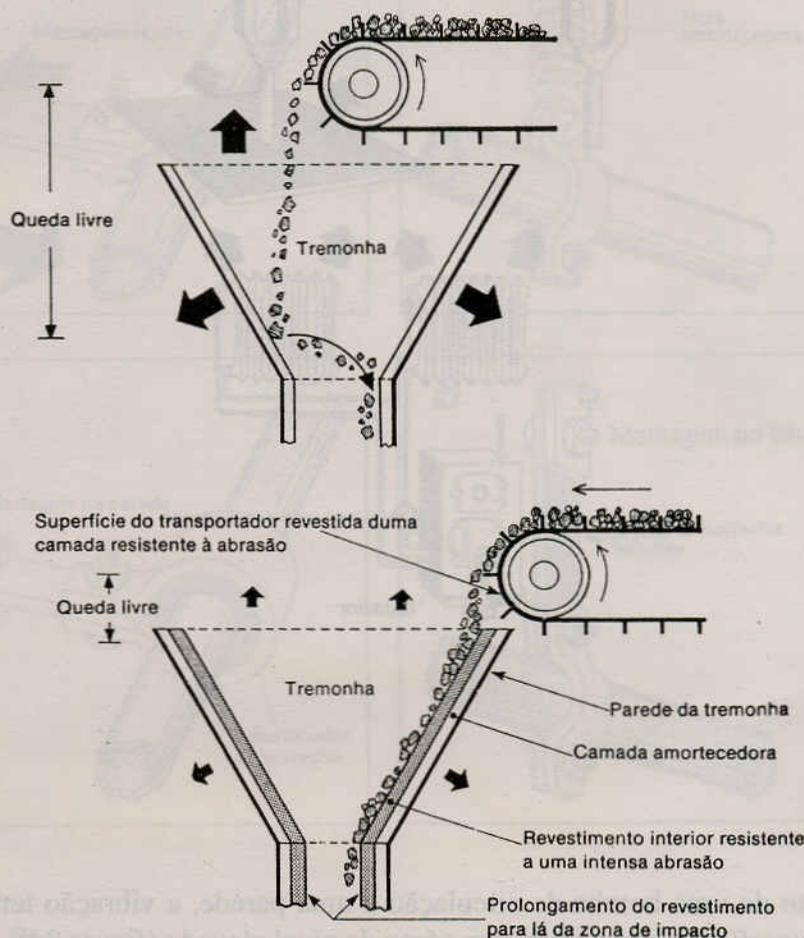
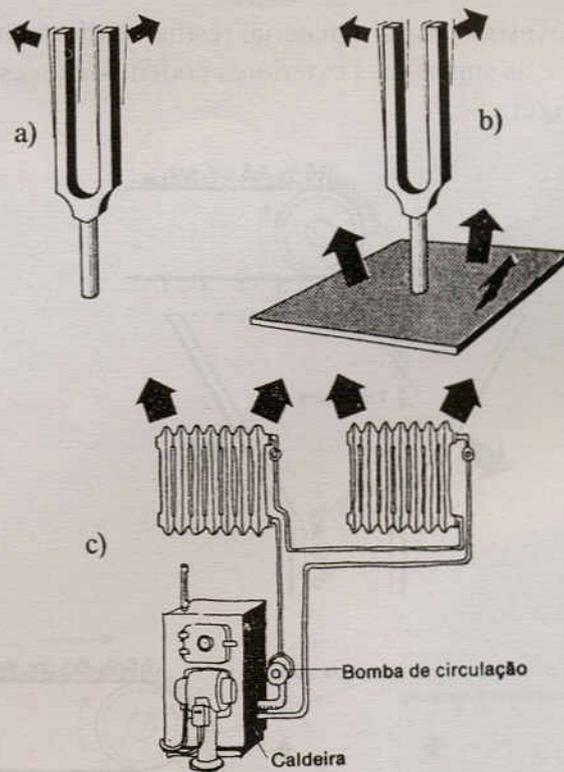


Figura 8c:

9 - PARA TRANSFORMAR UMA VIBRAÇÃO ESTRUTURAL EM RUÍDO AÉREO, É PRECISO UMA GRANDE SUPERFÍCIE

A vibração de um pequeno objeto geralmente não gera, ruído intenso, porque o volume do ar colocado em movimento será também pequeno (figura 9a). Mas a este objeto está ligado a um painel de grande dimensões, transforma-se a energia da vibração em som aéreo, pois a vibração é transmitida para uma superfície de área muito maior, o que gera ruído de nível mais elevado. Um diapasão produz um som muito fraco a menos que esteja em contato com um “painel sonoro” (figura 9b).

A bomba de circulação de um sistema de aquecimento central faz vibrar as tubulações, mas pequeno é o ruído emitido, até que um grande painel lhe seja ligado sob a forma de um radiador que irradia não somente calor mas também ruído (figura 9c).



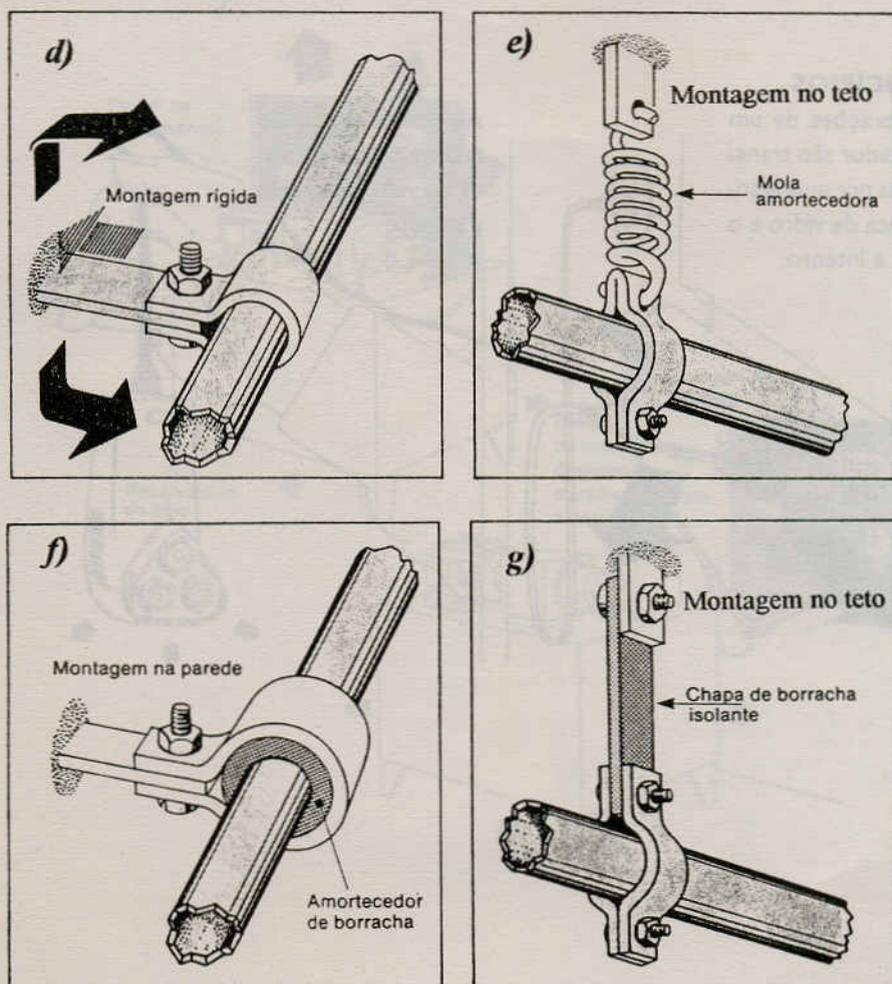
Figuras 9a, 9b e 9c:

Exemplo

Fixando-se um duto de uma bomba de circulação a uma parede, a vibração tem a possibilidade de excitar uma grande superfície e gerar a um som aéreo de nível elevado (figura 9d).

Solução

Os dutos devem ser corretamente montados e isolados das paredes para não transmitir vibrações, usando fixação flexível (figuras 9e, 9f, e 9g).



Figuras 9d, 9e, 9f, 9g:

10 - VIBRAÇÕES EM SUPERFÍCIES PEQUENAS EMITEM MENOS RUÍDO QUE EM GRANDES SUPERFÍCIES

Um objeto com uma pequena área de superfície pode vibrar intensamente sem causar altos níveis de radiação sonora. Conectando o pequeno objeto com uma área grande, aumentam os níveis de radiação sonora.

Princípios

As vibrações de um barbeador são transmitidas por uma grande área de mesa e o ruído aumenta (figura 10a). Se o barbeador for desconectando da mesa, as vibrações não são transmitidas para a mesa e o ruído diminui. (figura 10a).

PRINCÍPIOS

As vibrações de um barbeador são transmitidas por uma grande placa de vidro e o ruído é intenso.



As vibrações não são transmitidas pela placa de vidro e o ruído diminui.



Figura 10a:

Exemplo

A transmissão do ruído através da grande área do painel de controle do sistema hidráulico é muito alta (figura 10 b),

Solução

Afastando o painel da máquina dissociou-se a fonte sonora de vibração e reduziu-se o nível de ruído (figura 10b).

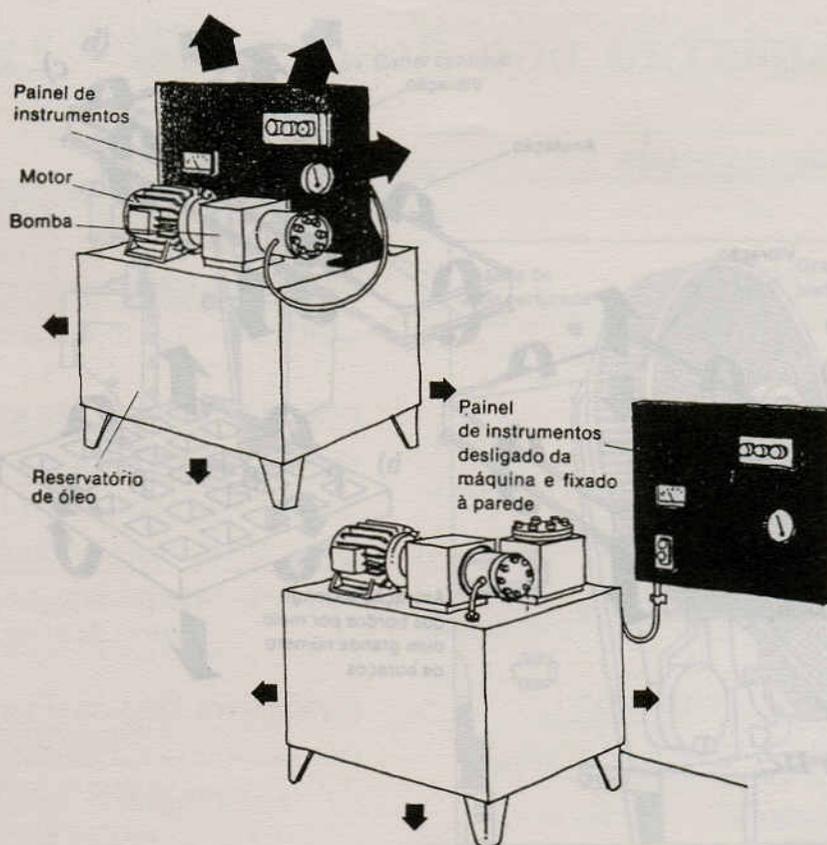


Figura 10b:

11 - A EQUALIZAÇÃO DAS PRESSÕES NAS EXTREMIDADES DE UMA CHAPA REDUZ O NÍVEL DO RUÍDO.

Uma chapa vibrante emite ruído a partir de toda a superfície e se a diferença de pressão for equalizada apenas nas quatro bordas, a emissão do ruído neste caso é elevada (figura 11a).

Se a chapa é perfurada (figura 11b), a superfície susceptível de emitir ruído é menor e as possibilidades de redução do ruído por equalização das pressões aumentam. Os níveis sonoros são então menores.

Por razões semelhantes, as chapas retangulares emitem menos ruído que as chapas quadradas de igual superfície. Portanto, chapas longas e estreitas emitem níveis de ruído menores (figura 11c)

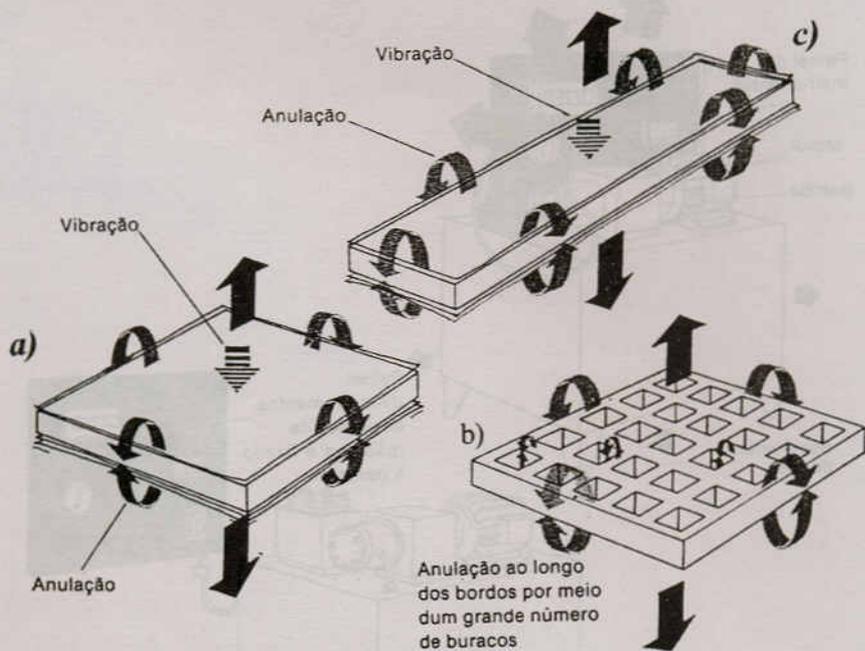


Figura 11a, 11b, e 11c:

Exemplo 1

A tampa de proteção do volante e da correia de transmissão de uma prensa emitem um ruído muito intenso (figura 11d).

Solução 1

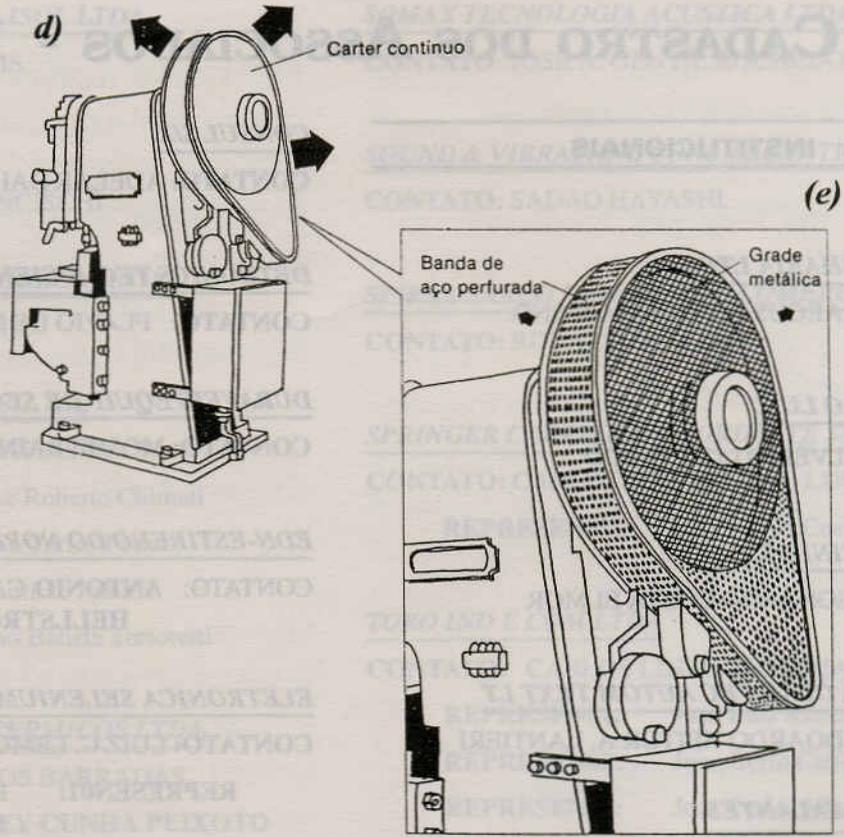
A utilização de uma tampa perfurada ou uma tela metálica reduz a emissão do ruído (figura 11e).

Exemplo 2

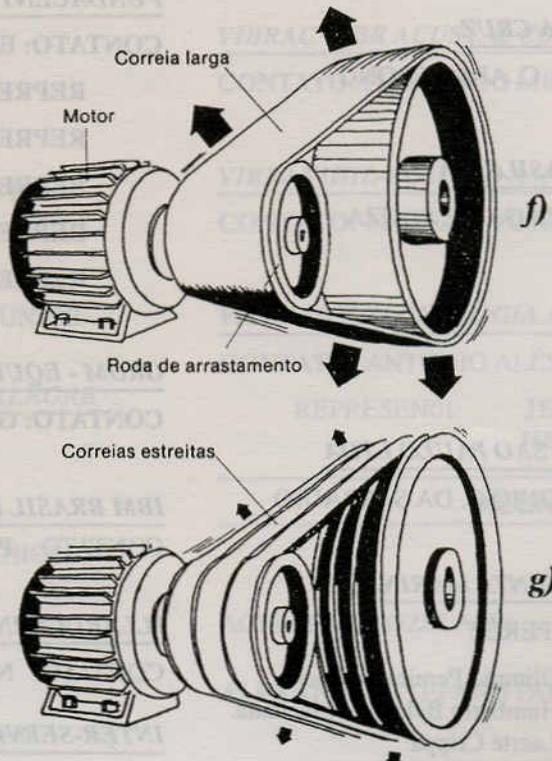
As vibrações das correias de grande largura podem produzir ruídos de baixa frequência de nível elevado (figura 11f).

Solução 2

Substituindo a correia larga por correias estreitas e separada por espaçadores, então o nível sonoro é reduzido (figura 11g).



Figuras 11d e 11e:



Figuras 11f e 11g:

CADASTRO DOS ASSOCIADOS - 1995

INSTITUCIONAIS

ABBA ENGENHARIA LTDA

CONTATO: MARCUS PONTES NARDINO

ACUSTICA SAO LUIZ

CONTATO: SILVÉRIO LUIZ FUSCO

ALCOA ALUMINIO S.A.

CONTATO: LEONARDO COSTA ELMOR

ALGODOEIRA OLAN PEC AUTOM TEXT LT

CONTATO: ODOARDO HEITOR A. LANTIERI

ARLEN ALTO-FALANTES

ARSEGO ENGENHARIA LTDA

CONTATO: FRANCISCO ARSEGO

CIA DE CIGARROS SOUZA CRUZ

CONTATO: FERNANDO A. C. ARMSTRONG

CIA NITRO QUIMICA BRASILEIRA

CONTATO: ALTAIR GONZAGA DE SOUZA

COFAP ARVIN SIS.

CONTATO: SR. JESUS

COMERCIAL RAFAEL DE SAO PAULO LTDA

CONTATO: MARCO ANTONIO C. DA S. ARAUJO

COMPANHIA VIDRARIA SANTA MARINA

CONTATO: PAULO RICO PEREZ

REPRESEN01: Olimpio Pereira da Rocha
REPRESEN02: Humberto Belaunde Macuada
REPRESEN03: Laerte Crippa
REPRESEN04: Rodolfo da Silva Texeira

CONSUL S/A

CONTATO: ADELAR DALZUCHIO

DBTRONICS TEC. E CIENT. COM. EXP.

CONTATO: FLAVIO DE MORAES GUGLIOTTI

DURAVEIS EQUIP DE SEG LTDA

CONTATO: MOSHE BAIN

EDN-ESTIRENO DO NORDESTE S/A

CONTATO: ANTONIO CARLOS DA MATTA
HELLSTROM

ELETRONICA SELENIUM S/A

CONTATO: LUIZ C. LEMOS LIMA

REPRESEN01: HERLON DE OLIVEIRA
MORSCH

EUCATEX MINERAL LTDA

CONTATO: RITA K. KOTANI

FUNDACENTRO

CONTATO: EDILENE DOS SANTOS

REPRESEN01: Eduardo Giampaoli
REPRESEN02: Irene F. de Souza Duarte Saad
REPRESEN03: Ezio Brevigliero
REPRESEN04: Irlon de Angelo da Cunha
REPRESEN05: Jose Damasio Aquino

GROM - EQUIP. ELETROMECAÑICOS LTD

CONTATO: GILBERTO FUCHS DE JESUS

IBM BRASIL IND MAQ E SERV LTDA

CONTATO: PEDRO MOREIRA DA COSTA FILHO

ILLBRUCK INDUSTRIAL LTDA

CONTATO: NANCY DEVAI

INTER-SERVICE ENGENHARIA

CONTATO: IVAN BRESSANE NIELSEN

ISOBRASIL ENG E COM DE ISOL LTDA

CONTATO: ANATOLIO ASSIS

KADRON S.A.

CONTATO: JOSE LUIS FRANCISCHI

MASTRA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.

CONTATO: CRISTIANE VALLE

MERCEDES-BENZ DO BRASIL S/A

CONTATO: ADALBERTO MATIAS BECK

REPRESEN01: Jose Roberto Chimati

REPRESEN02: Luiz Carlos Ferraro

REPRESEN03: Mauricio Arsuffi

REPRESEN04: Joao Batista Tortoretti

MORGANITE ISOLANTES TERMICOS LTDA

CONTATO: ROBSON SANTOS BARRADAS

REPRESEN01: WESLEY CUNHA PEIXOTO

MULTIBRAS ELETRODOMESTICOS S/A

CONTATO: GIOVANI P. ALVES

MULTIPLAST I. C. MAT HOSP INDL LT

CONTATO: ROBERTO S. BIRINDELLI

MWM MOTORES DIESEL LTDA

CONTATO: JOSE LINCOLN CALVACANTI

POLO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.

CONTATO: ALTAMIRO CALDONAZO JUNIOR

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE

CONTATO: EDUARDO BIMBI

RHODIA S/A (SAO PAULO)

CONTATO: ANTONIO BENEDITO BECHIOLLI

ROCKFIBRAS LTDA.

CONTATO: ATTILIO NELSON PACINI

SMI - SOFTWARE MARKETING INTERNAT

CONTATO: SILVIO T. ONOE

SOMAX TECNOLOGIA ACUSTICA LTDA.

CONTATO: JOSE A. GENTIL ROCHEDO

SOUND & VIBRATION, CONS.TEC.INTERM

CONTATO: SADAO HAYASHI

SPIRAX SARCO INDUSTRIA E COMERCIO

CONTATO: RONALD SICILIANO

SPRINGER CARRIER DO NORDESTE S/A

CONTATO: CARLITOS NUNES DEL LUCA

REPRESEN01: Luiz Felipe Costa

TORO IND E COM LTDA

CONTATO: CARLOS LINEU DE FARIAS E ALVES

REPRESEN01: Juan Luiz Ribas

REPRESEN02: Joao Berto Cattini

REPRESEN03: Jose Carlos Mancim

UCAR PRODUTOS DE CARBONO S.A.

CONTATO: IDEVAR MORAES FILHO

VIBRAC VIBR ACUST. & CONSUL.S/C L

CONTATO: FERNANDO MINORU OOKI

VIBRANIHIL-COM IND AMORT DE VIBR

CONTATO: MARIO C. PIMENTEL

VIBRASOM TECNOLOGIA ACUSTICA LTDA

CONTATO: ANTONIO ALÉSSIO FILHO

REPRESEN01: JESUS GONZALES
HERNANDEZ

ALUNOS

ACIR EDVAN OZELAME

ALEXANDRE STEFANO PARANZINI

ANA LUCIA POCAS ZAMBELLI

Cadastro dos Associados - 1995

ANA PAULA NOVO CONTINI

DENISE TORREAO CORREA DA SILVA

GERALDO MOLLICK BRANDAO

KELLY CRISTIANE D'AMELIO PEDROSO

LUVERCY JORGE DE AZEVEDO FILHO

MARCO ALEXANDRE S. PERES

MARCO TULIO SCARPELLI CABRAL

ROVANI BENITES DE AZEVEDO

SONIA REGINA NEGRI VITAL ALONSO

THEREZINHA THULER SARRUF

ZEMAR MARTINS D. SOARES

FÁBIO FIATES

BAPTISTA LEONEL CAMPANA

BENDT LASSE HANSEN

CARLOS ALBERTO DE MAGALHAES MASSERA

CARLOS E. PARENTE RIBEIRO

CARLOS MOACIR GRANDI

CLAIR PEREIRA DAS VIGES

CONRADO J. SILVA DE MARCO

CRISTINA FERREIRA DE OLIVEIRA

DUILIO TERZI

EDISON C. DE MORAES

EDUARDO CALVO

EDUARDO CSASZNIK

EDUARDO GIAMPAOLI

EDUARDO SANTOS DOS SANTOS

ELVIRA B. VIVEIROS DA SILVA

ERNANI LUIS SZTAJNBOK

EVELYN JOICE ALBIZU

FERNANDO HENRIQUE AIDAR

FERNANDO LUIZ DE MAGALHAES

FLAVIO SOUZA LIMA

FRANCISCO AMELOTTI SOBRINHO

FRANCISCO C. LINHARES DA FONSECA

FRANCISCO P. DE R. CORREA

GERALDO C. NOVAES MIRANDA

GERNOT KARL WEISCH

GILBERTO MOREIRA JUNIOR

GILBERTO PONS

HELICIO ONUSIC

HENRY SEMER

HILMAR TADEU DA SILVA FERREIRA

HONORIO C. LUCATTO

HUGUES MAZIE JACQUES SERRES

IEDA CHAVES PACHECO RUSSO

IGOR SRESNEWSKY

ILTON G MORETTI

IRENE FERREIRA DE SOUZA DUARTE SAAD

JAIDER TAVEIRA

JEFFREY DAVID FORBES

JOAO AFONSO ABEL KANKOVITZ

EFETIVOS

ADMIR BASSO

AIRTON KWITKO

ANA CLAUDIA FIORINI

ANA LUCIA HUTH SARTOR

ANGELA CONZE CEZIMBRA

ANTONIO EDUARDO HUSADEL

ANTONIO EDUARDO TURRA

ARCANJO LENZI

JOAO BATISTA PIETROBON
JOAO CANDIDO FERNANDES
JOAO LUIS DE SOUZA LIMA
JOAO PEREIRA VALENTE
JOAO RIGON NETO
JORGE SOARES DE ALMEIDA
JOSÉ ALBERTO PORTO DA CUNHA
JÕSE INACIO PIVA
JOSE LUIZ HELLMEISTER LOUREIRO
JOSE POSSEBON
JOSE RODRIGUES FILHO
JUAREZ LEOCADIO DA SILVA
JULES GHISLAIN SLAMA
LAURO RUBENS LYRA GIRARDELLI
LEONARDO LAMPERT
LIVIO SILVA CAVACA
LUCIANO NAKAD MARCOLINO
LUIZ TADEU LOPES DE FREITAS
LUIZ ALBERTO OLIVEIRA ROCHA
LUIZ ALFREDO SCIENZA
LUIZ ANDRE DE ALMEIDA C. PIRES
LUIZ AUGUSTO MUHLE
LUIZ CARLOS CHICHERCHIO
LUIZ CARLOS FERRARO
LUIZ FERNANDO OTERO CYSNE
LUIZ GOMES DE MELLO
LUIZ HENRIQUE REBOUCAS DOS ANJOS
LUIZA DE ARRUDA NEPOMUCENO
MANOEL MARTELETO
MARCELO MEDEIROS HAGE
MARCOS ESCADA
MARCOS F.H.D'AGOSTINI
MARCOS FERNANDO PIAI
MARCUS PONTES NARDINO
MARIA DE LOURDES MOURE
MARIA LUIZA R. BELDERRAIN
MARIO CARDOSO PIMENTEL
MAURICY CESAR RODRIGUES DE SOUZA
MAURO AZEVEDO DE MOURA
MILTON VILHENA GRANADO JR
MOYSES ZINDELUK
NELSON GARCIA
OLAVO JOSE FREIRE DA FONSECA
PAULO EDUARDO FRANCA PADILHA
PERIDES SILVA
PETER JOSEPH BARRY
RENATO JOSE ECKEI
RENE P. KAZIMOUR
RICARDO EDUARDO MUSAFIR
RICARDO RIBEIRO PEREIRA
RODRIGO RIHL KNIEST
ROBERTO F.A. CAPPELETTI
ROBERTO JORDAN
ROBERTO MULLER HEIDRICH
ROBERTSON REBULA
ROBSON DIAS BELO
ROSEMARY DUTRA LEÃO
RUDOLF M. NIELSEN
SADI POLETTO
SAMIR NAGI YOUSRI GERGES
SCHAIA AKKERMAN
SERGIO CESARIO NUNES
SERGIO FRANCISCO XAVIER DA COSTA
SILVERIO LUIZ FUSCO
STELAMARIS ROLLA
SYLVIA SEBALLOS PALMA
SYLVIO R. BISTAFA
TEREZA RAQUEL RIBEIRO DE SENA
THELMA REGINA DA SILVA COSTA
VICTOR M. VALADARES
VITOR ZIMMERMANN JR.
VIVIAN SILVA MIZUTANI
WAGNER ARIOSTO CERCHIAI
WILSON JOSE MACEDO BARRETO
WIRITON SILVA DE MATOS
YARA APARECIDA BOHLSSEN

NOTÍCIAS

CONGRESSOS:

CONGRESSO DAS SOCIEDADES EUROPÉIAS DE ACÚSTICA

Antwerp, Bélgica - 1 a 4 de abril de 1996.
Contato : C. Mortelmans - Desguinlei : 214,
Celestijnenlaan 200 D, B-2018 - Antwerpen Bél-
gica
Fone : 00- 32-3-216-0996
Fax : 00-32-3-216-0689

CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DE CONTROLE DE RUÍDO

INTERNOISE 96
Liverpool, Inglaterra - 31 de julho a 02 de agosto
de 1996
Contato : C. M. Mackenzie - Institute of Acoustics
- PO BOX 320 - St. Albans - Herbs - AL 1 1 P2,
Inglaterra
Fone : 1-00-44-727-848195
Fax : 1-00-44-727-850553

IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE SOM E VIBRAÇÃO

St. Peterburg, Russia - de 24 a 27 de junho de 1996.
Contato : Prof. Malcom J. Crocker
Fone : 00-1-334-8443310
Fax : 00-1-334-844-3306

CONFERÊNCIA ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA DOS EUA. "1996 NHCA ANNUAL CONFERENCE".

São Francisco - EUA - 22 a 24 de fevereiro de
1996.
Contato : Prof. John Casali
Fone : 00-1-703-231-5073
Fax: 00-1-703-231-3322

SEMINÁRIO INTERNACIONAL E FEIRA DE ATUALIZAÇÃO EM SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

20, 21 e 22 de março de 1996.
Centro de Convenções Rebouças - São Paulo - SP
Contato : Centro Brasileiro de Segurança e Saúde
Industrial
Fone : (0192) 51-5194
Fax: : (011) 52-7797

CONS IN 96

V Congresso Nacional de Segurança Integral
Minas Gerais - de 27 a 29 de março de 1996
Contato: CIPA (011) 577-4355

ICOH 96

25º Congresso Internacional de Saúde Ocupacional
Stockholm de 15 a 20 de setembro de 1996.
Fax: 00-46-8-82-05-56

IX FISP - O MUNDO DA SEGURANÇA

28 a 31 de agosto de 1996.
Contato : CIPA (011) 577-4358

VII CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA

2 a 5 de outubro de 1996
Valdívia - Chile
Contato : Sr. Rogério Moreno Muñoz
Fone : 56-63-221863
Fax : 56-63-213986

LIVROS:

MEDICAL - LEGAL EVALUATION OF HEARING LOSS

Autor : Roberto A. Dobic, M. D.
Van Nostrand Reinhold - 1993
381 Páginas, ISBN 0-442-01266-7
Preço : Us\$ 69,95

AIP HANDBOOK OF CONDENSER MICROPHONES

Editor : George S. K. Wong & Tony F. W. Emblenton
National Research Council - Canadá

TEATROS E AUDITÓRIOS ACÚSTICA E ARQUITETURA

Autor : Profº Alberto Vieira de Azevedo
1ª Edição - 1994 - 144 Páginas
H. Sheldon Serviços de Marketing Ltda
Tel.: (021) 252-2646 Fax : (021) 252-2601

16º ENCONTRO DA SOBRAC:

O encontro anual da SOBRAC foi realizado nos dias 20 e 21 de novembro, sendo que este ano o local do evento foi a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Cerca de 40 trabalhos técnicos de diferentes áreas da acústica e vibrações

foram apresentados durante os dois dias do evento. Além disso, o encontro teve a participação de 06 palestrantes internacionais, entre esses estavam o Prof. Donald Houser da Ohio University (USA) e o Prof. José Luiz Bento Coelho de Portugal. Houve ainda duas mesas redondas com o tema "Legislação Brasileira sobre Ruído Industrial e Ambiental", as quais foram coordenadas pelo Prof. Jules G. Slama e pelo Prof. João Baring respectivamente.

O 16º Encontro da SOBRAC contou com estandes de exposição com a participação das empresas Illbruck, dB Tronics, Vibranihil, Eucatex, Acustech, Rockfibras, Meet e SMI.

Os eventos anuais da SOBRAC são encontros que reúnem pessoas envolvidas na área de acústica e vibrações, desde estudantes e professores até empresários e profissionais, servindo assim como uma ponte para a integração e a atualização. Os anais do evento (Parte I, 140 páginas e Parte II, 82 páginas) poderão ser solicitados à SOBRAC por R\$30,00 para sócios e R\$ 60,00 para não-sócios.

III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ACÚSTICA VEICULAR (III SIBRAV):

O 3º Simpósio Brasileiro de Acústica Veicular foi realizado nos dias 28 e 29 de agosto de 1995 no Instituto de Engenharia em São Paulo, organizado pelo grupo de acústica veicular da SOBRAC. O evento teve 150 participantes, os quais puderam assistir à apresentação 24 trabalhos técnicos sobre os vários aspectos referentes a acústica e ciências das vibrações aplicada a área automobilística. Foram apresentadas também 05 palestras internacionais ministradas por especialistas da França, Bélgica, Alemanha e Dinamarca.

O evento contou ainda com uma exposição paralela de produtos e serviços. Bruel & Kjaer, Compugraf, Napro/Nahuel, Rockfibrac, Santa Marina, dB Tronics e Westaflex foram algumas das empresas expositoras. Os anais do simpósio de 204 páginas podem ser adquiridos através da SOBRAC pelo preço de R\$ 30,00 para sócios e R\$ 60,00 para não-sócios.

DIRETORIA 96/97

A nova diretoria para o biênio 96/97 tomou posse na Assembléia Geral da SOBRAC realizada durante o 16º Encontro Anual da SOBRAC, no dia 20/11/95. O processo eleitoral da SOBRAC terminou em outubro de 1995 quando a comissão eleitoral, presidida pelo Sr. Mário Pimental, apurou o seguinte resultado :

Total de votos recebidos : 75
 Total de votos em branco : 01
 Total de votos nulos : 00
 Total de votos válidos : 74
 Total de votos chapa única: 74

A nova diretoria é formada por :

Presidente : Samir N. Y. Gerges (SC)
Vice-Presidente : Mauricy Souza (SP)
1º Secretário : Sylvio Bistafa (SP)
2º Secretário : Victor M. Valadares (MG)
1º Tesoureiro : Ulf H. Monde (SC)
2º Tesoureiro : Rodrigo R. Kniest (RS)

Conselheiros :

Stelamaris Rolla
 Carlos Moacir Grandi
 Fernando Henrique Aidar
 Honório Lucatto
 Antônio Eduardo Husadel
 Ivan Bressane Nielsen
 Roberto M. Heidrich
 Thelma Costa
 Ana Claudia Fiorini
 Luciano Marcolino

**REATIVAÇÃO DA PRODUÇÃO DE
NORMAS EM ACÚSTICA
ARQUITETÔNICA E AMBIENTAL**

No primeiro semestre de 1995 a FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia, apresentou o edital 01/95 - Programa de Tecnologia de Habitação, com referência a **Normalização**. As propostas, cujo prazo para apresentação se encerrou em 04.08.95, deveriam objetivar a produção de projetos de normas para o estabelecimento de especificações e procedimentos de produtos e processos na área de construção civil, voltada à habitação, de acordo com as metas do Comitê Brasileiro da Construção Civil/ COBRACON, da Associação Brasileira de Normas Técnicas/ABNT, que referem-se à elaboração e revisão, anualmente, de cerca de cem normas técnicas aplicáveis à realidade brasileira. O edital apresenta como escopo promover o aumento da produção de normas técnicas e adequar o sistema de normalização existente quanto ao estabelecimento de marcas de conformidade e certificação da qualidade, bem como criar mecanismos de participação em comissões de estudo para desenvolver normas técnicas. Como disposições gerais, o edital pede que os projetos sejam compostos de duas etapas distintas, primeiro a elaboração dos textos-base e posteriormente a transformação desses textos-base em projetos de norma, através da viabilização das discussões nas Comissões de Estudos do COBRACON/ABNT. A proponente, ou seja, a entidade comprometida e os respectivos responsáveis pelo projeto, devem garantir a participação de entidades neutras (universidades e institutos de pesquisa) e de consumidores; essa discussão se dará, preferencialmente, através de correspondências (fax, correio eletrônico etc.) e de reuniões consideradas essenciais. A duração máxima dos projetos será de dezoito meses, sendo o **prazo máximo para elaboração** dos textos-base de seis meses.

Atendendo a esse edital, acima resumido, o Núcleo de Pesquisa em Construção Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, através do seu

coordenador Prof. Roberto Lamberts, apresentou projeto de Normalização em conforto ambiental, subdividido nos confortos térmico, lumínico e acústico, sendo os responsáveis por essas subdivisões, respectivamente, o Prof. Roberto Lamberts do Departamento de Engenharia Civil da UFSC e diretor do subcomitê 35 Conforto Ambiental e Energia em Edificações do COBRACON, o Prof. Fernando Pereira do Departamento de Arquitetura da UFSC e o Eng. Mauricy Souza, vice-presidente da SOBRAC.

A Acústica, como toda ciência multidisciplinar, se apresenta normatizada por diferentes segmentos. Até mesmo considerando-se as áreas específicas de nosso interesse, ou seja, a Acústica Arquitetônica, o Conforto Acústico e a Poluição Sonora, interagem processos distintos que vão desde a fonte sonora, passam pelos caminhos de transmissão e dissipação, e atingem os sistemas de recepção e percepção dos sons e ruídos.

Equipamentos sonoros eletrônicos, eletrodomésticos, máquinas industriais, veículos terrestres e aeronáuticos, equipamentos de refrigeração e ar condicionado são apenas algumas das fontes sonoras que iniciam esse ciclo.

O desempenho dos materiais que compõem o ambiente quanto às suas propriedades acústicas determinarão a qualidade sonora da sala em relação ao isolamento de ruídos e ao tempo de reverberação.

Níveis de ruído inadequados aos ambientes, internos ou externos, geram interferências de diversas espécies, como na comunicação verbal, no sono e repouso, em processos de educação e aprendizagem, em atividades de concentração mental etc. .

Este breve e certamente incompleto relato nos proporciona, no entanto, a certeza da necessidade de adotarmos normas em acústica de qualidade confiável e adequadas à nossa realidade.

No âmbito internacional essas normas são feitas e de uso consagrado. No Brasil, mesmo em número extremamente menor, também existem documentos desde a década de 60. As normas mais aceitas internacionalmente, dentro das respectivas áreas, são as seguintes:

Desempenho Acústico de Materiais - Isolação Sonora

ASTM E 90-83, "Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions"

ASTM E 336-1984, "Measurement of Airborne Sound Insulation in Buildings"

DIN 52210-1975, "Bauakustische Prüfungen; Luft- und Trittschalldämmung; Messverfahren"

ISO 140-1978, "Measurement of Sound Insulation in Buildings and of Building Elements"

ISO 717-1982, "Rating of Sound Insulation in Buildings and of Building Elements"

Desempenho Acústico de Materiais - Absorção Sonora

ASTM C423-70, "Sound Absorption of Acoustical Materials in Reverberation Rooms"

DIN 52212-1961, "Bauakustische Prüfungen; Bestimmung des Schallabsorptionsgrades im Hallraum"

ISO 354-1985, "Measurement of Sound Absorption in a Reverberation Room"

Conforto Acústico, Interferência na Comunicação Verbal e Poluição Sonora

ANSI S1.11-1971(R1986), "Methods for Measurement of Sound Pressure Levels"

ANSI S3.14-1977 (R1986), "Rating Noise With Respect to Speech Interference"

ANSI S3.23-1980 (R1986), "Sound Level Descriptors for Determination of Compatible Land Use"

DIN 4109-1979, "Schallschutz im Hochbau"

ISO 1996-1982, "Assesment of Noise With Respect to Community Response"

Existem algumas normas brasileiras na área de Acústica Arquitetônica e Ambiental, citamos a seguir aquelas que consideramos as mais relevantes:

NBR 10151-1987, "Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade", ABNT, CENI.

NBR 10152-1987, "Níveis de Ruído para Conforto Acústico", ABNT, CENI.

NBR 10829-1989, "Caixilho para Edificação -

Janela - Medição da Atenuação Acústica, ABNT, CB-02.

NBR 10830-1989, "Acústica em Edificações", ABNT, CB-02.

NBR 12179-1988, "Tratamento Acústico em Recintos Fechados", ABNT, CENI.

NBR 12314-1991, "Critérios de Ruído para Recintos Internos de Edificações Submetidas ao Ruído Aeronáutico", ABNT, CB-08.

L11.032-1992, "Determinação do Nível de Ruído em Ambientes Internos e Externos de Áreas Habitadas", CETESB- Cia. de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.

L11.034-1992, "Critérios de Ruído para Recintos Internos de Edificações", CETESB.

Proposta de Desenvolvimento de Normas

Propomos o desenvolvimento de 4 normas as quais apresentam os escopos que consideramos os mais importantes dentro do âmbito da construção civil, voltada à habitação.

1. Medição de Propriedades - Isolamento Acústico

Objetivos: Aumentar o conhecimento do isolamento acústico dos materiais existentes no mercado; melhorar a interpretação dos resultados, em especial do parâmetro STC, Sound Transmission Class, usado internacionalmente para uma primeira comparação de eficiência entre isolantes acústicos.

2. Medição de Propriedades - Absorção Sonora

Objetivos: Esclarecer as diferenças entre absorção e isolamento acústicos, termos que são, em geral, mal interpretados no mercado; esclarecer a interpretação dos coeficientes de absorção sonora que para certos materiais atinge valores acima de 100%.

3. Conforto Acústico

Objetivos: Apresentar níveis de pressão sonora atualizados e adequados para o conforto acústico em ambientes, bem como os métodos para a exe-

cução das medições.

4. Poluição Sonora

Objetivos: Avaliar os níveis de pressão sonora de ambientes internos e externos visando o conforto acústico da população.

Convidamos a todos os associados da SOBRAC vinculados aos temas propostos, bem como a todos os interessados em participar desse trabalho, que entrem em contato conosco através do endereço tradicional ou, preferencialmente, através do endereço eletrônico:

"ecv3mes@ecv02.ecv.ufsc.br", inclusive para reativarmos grupos da CENI, Comissão de Estudos Não Integrada, de Acústica.

RECOMENDAÇÕES DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE SOBRE RUÍDO INDUSTRIAL

A Organização Mundial da Saúde (OMS), através de seu escritório de saúde Ocupacional em Genebra, organizou um encontro internacional de um grupo de especialistas na área de acústica. O objetivo do encontro é elaborar um documento sobre aspectos do ruído ocupacional, abrangendo os efeitos nas pessoas, principalmente a perda da audição, medições acústicas, limites de exposição e ainda a prevenção e o controle no ambiente de trabalho. Esse encontro teve a participação de 19 especialistas (ver lista em anexo) de 16 países que deram a sua contribuição para o documento proposto intitulado: "Exposição Ocupacional ao Ruído: Avaliação, Prevenção e Controle".

A redação do documento começou em 1986 e uma primeira versão foi elaborada pela Higienista Ocupacional da Organização Mundial da Saúde, Sra. Berenice Goelzer, com contribuições de vários especialistas, incluindo o Prof. Pupo Nogueira (Brasil), Prof. J. Malchaire (Bélgica) e Prof. Darabont (Romênia). Porém, tendo em vista ou-

tras prioridades, o documento foi apenas reativado em 1995, quando então foram conseguidas verbas através de um acordo com o NIOSH (Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional dos EUA). Esse acordo foi realizado para a complementação, revisão e finalização do documento atual.

O encontro foi realizado em Genebra de 25 a 28 de setembro de 1995, com a participação dos seguintes especialistas :

- Sr. H. S. Arbey / (UNRS / França)
- Dr. J. F. Franks (NIOSH / EUA)
- Prof. Samir N. Y. Gerges (UFSC / Brasil)
- Dr. C. H. Hansen (Universidade de Adelaide / Austrália)
- Dr. H. Hori (IIES / Japão)
- Dr. D. L. Johnson (EG&G / EUA)
- Mr. H. Lester (THSD / Inglaterra)
- Dr. L. Louda (NIPH / Tchecoslováquia)
- Prof. J. Malchaire (UCL / Bélgica)
- Prof. S. M. Soliman (ASU / Egito)
- Prof. J. Soudant (HPS / França)
- Prof. G. Suvorov (RAMS / Rússia)
- Mr. Tan kia Tang (DIH / Singapura)

O evento foi aberto pela Dra. Ilona Kickbush, Diretora da Divisão de Promoção, Educação e Comunicação para a Saúde da OMS que recepcionou os participantes falando sobre a necessidade do referido documento. Foi destacado que o ruído é um perigo comum tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento. De acordo com o NIOSH(EUA), o ruído é atualmente um dos maiores problemas de saúde nos EUA, uma vez que aproximadamente 30 milhões de trabalhadores estão expostos a níveis de ruído prejudiciais a audição no ambiente de trabalho, mostrando assim, a extensão do problema em um país desenvolvido. Nos países em desenvolvimento a situação é geralmente pior, pois são comuns níveis muito altos de exposição, sem nenhum controle.

A exposição excessiva ao ruído pode causar muitos problemas à saúde, incluindo a perda auditiva, entre outros danos. Além disso, altos níveis de ruído interferem na comunicação, podendo cau-

sar acidentes. Entretanto, a perda de audição pode ser evitada através de medidas preventivas eficientes e programas de controle, protegendo assim a saúde e o bem-estar dos trabalhadores. É muito importante que informações sobre esse assunto sejam divulgadas.

As metas do encontro e sugestões para uma adequada organização do documento foram apresentadas pelo Dr. M. Mikheev e pela Enga. Berenice Goelzer, ambos do Escritório de Saúde Ocupacional do OMS. Em seguida, foram eleitos o Presidente, Dr. J. Franks do NIOSH (EUA), o Vice-Presidente, Prof. J. Malchaire, da Universidade Católica de Louvain (Bélgica) e um secretário, Sr. H. Lester, HSE (Inglaterra).

Aspectos importantes sobre o assunto foram identificados, como a necessidade mundial do documento, seu conteúdo e seu público alvo. Houve um consenso entre os participantes que o ruído ocupacional e a perda auditiva são grandes problemas tanto em países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento.

O documento proposto, que deverá ser prático e informativo, auxiliará administradores, engenheiros e todos os profissionais envolvidos com avaliação, prevenção e controle dos problemas de ruído no ambiente de trabalho.

Foi definido que o documento será intitulado "Exposição Ocupacional ao Ruído : Avaliação, Prevenção e Controle", e abrangerá as seguintes áreas :

- (1) Fundamentos (acústica, sistema auditivo e efeitos auditivos)
- (2) Avaliação dos efeitos (critérios, fontes, medições de ruído, medição da audição e avaliação dos riscos)
- (3) Prevenção e controle (uma visão geral sobre programas de conservação da audição, engenharia de controle de ruído e proteção individual)
- (4) Fontes de informação (publicações, dados e instituições).

A seção sobre "Fundamentos de acústica" apresentará um entendimento dos princípios de acústica, como base para avaliação, prevenção e controle de ruído ocupacional. O conteúdo deve ser claro para cada membro da equipe multidisciplinar de saúde ocupacional, independente da formação profissional.

As seções sobre "Fundamentos da audição e efeitos do ruído" fornecerão conhecimentos sobre como o som e/ou ruído prejudicam a capacidade auditiva. Além da perda auditiva, outros efeitos serão discutidos, os quais são sempre importantes no local de trabalho. Serão apresentadas também, doenças não relacionadas com a exposição ao ruído, mas que podem contribuir para perda auditiva. Considerando o grande número de agentes e fatores no ambiente de trabalho, serão discutidos efeitos combinados do ruído e os agentes químicos, físicos e psicológicos.

A respeito dos "critérios de exposição", serão avaliados os limites de exposição para prevenção da perda auditiva e para o conforto, bem como níveis inseguros e níveis perigosos. Serão considerados critérios de prevenção da perda auditiva para exposição ao ruído contínuo e impulsivo tanto do ponto de vista do nível de exposição 85 dB(A) ou 90 dB(A), como também a taxa de 3dB ou 5dB.

De acordo com a análise científica, e tendo em vista o atual conhecimento, houve um consenso geral entre os especialistas que, a fim de proteger os trabalhadores da perda auditiva, o limite de exposição ocupacional deve ser de 85dB(A) para 08 horas de trabalho, sendo que a taxa mais aceita foi de 3dB, isto é, para cada acréscimo de 3dB, a exposição deve ser reduzida à metade. Por exemplo, se a exposição for de 08 horas, é aceito 85dB(A), então para 4 horas de exposição, o nível pode ser de 88dB(A) e, para um período de duas horas de exposição, o nível pode ser de 91dB(A).

Entretanto, quando uma norma é adotada, muitos outros fatores podem surgir além dos aspectos da saúde. Considerando que, regulamentos e limites variam em diferente países, foi decidido que

essa parte do documento não recomendaria limites, mas apresentaria :

- (1) Considerações gerais
- (2) Critério para ruído contínuo
- (3) Critério para ruído impulsivo
- (4) Exemplos de limites de exposição ocupacional propostos por organizações internacionais, como a Organização Internacional do Trabalho e a Comunidade Européia, agências nacionais (como a OSHA e ACGIH nos EUA) e outras (alguns exemplos são mostrados na tabela I).

O objetivo do capítulo sobre "Fontes de Ruído" é dar uma visão geral das principais fontes de ruído dentro e fora do ambiente de trabalho, como também informações sobre o ruído produzido por essas diferentes fontes.

Os capítulos sobre "Medidas Acústicas e Metodologia" pretendem orientar sobre a avaliação do ruído ocupacional, incluindo métodos e sua seleção, bem como estratégias para levantamentos de campo. Serão apresentados os procedimentos necessários para obtenção, organização e apresentação dos resultados. Também serão incluídos métodos para se utilizar os dados de exposição ao ruído no ambiente de trabalho, para a avaliação do risco da perda auditiva resultante.

O objetivo do capítulo sobre "Medição da Capacidade Auditiva" é de informar sobre os tipos de exames audiométricos que devem ser utilizados para detecção e prevenção da perda auditiva ocupacional. Serão descritos métodos que utilizam as alterações temporárias na capacidade auditiva como um aviso precoce da perda potencial da capacidade auditiva.

A próxima parte do documento, "Prevenção e Controle da Exposição ao Ruído", tem como objetivo ajudar os profissionais na área de segurança e saúde ocupacionais, responsáveis pela prática de controle de ruído sozinhos ou com a colaboração de especialistas na área.

A seção sobre Medidas de Engenharia de Con-

trole é a maior parte do documento, uma vez que o objetivo principal de um programa de saúde ocupacional deve ser a prevenção básica. O trabalho foi concentrado para manter o capítulo o mais prático possível. Serão incluídos estudos de casos como exemplos práticos de técnicas disponíveis. Serão discutidas medidas de proteção pessoal e programas de conservação de audição. Além disso, serão enfatizados aspectos organizacionais e gerenciais, os quais são indispensáveis para o sucesso dos programas.

A última parte do documento, "Fontes de Informações", servirá como um guia para obtenção de maiores detalhes dos assuntos, incluindo estudos de casos práticos com soluções. Esta parte terá bibliografia (livros importantes, jornais e documentos), dados e instituições (nacionais e internacionais).

Seguem abaixo alguns aspectos importantes que serão abordados no documento:

(1) Prevenção Básica :

- Deve ser dada ênfase na prevenção básica, seguindo a origem hierárquica: fontes de ruído, trajetória da transmissão e receptor.

- Deve ser estimulada a pesquisa no controle de ruído ativo

- Fabricantes devem ser pressionados e orientados para construir máquinas mais silenciosas.

- Devem ser desenvolvidas e reforçadas normas e métodos para etiquetagem de ruídos das máquinas.

- Devem ser consideradas medidas simples, tais como, manutenção das máquinas; como também o uso de isoladores de vibração e de materiais de amortecimento.

(2) Programas de Prevenção

- Medidas preventivas não devem ser tomadas sozinhas, mas integradas com programas multidisciplinares, tendo objetivos claros e uma linha de ação, sendo que a participação de administradores e trabalhadores são indispensáveis.

(3) Participação dos Trabalhadores

- Os trabalhadores devem ser estimulados a participar em todos os aspectos do programa de prevenção, incluindo sugestões para a engenharia de controle e para o uso correto e a manutenção de protetores auditivos.

- Serão necessárias avaliações da participação efetiva dos trabalhadores.

(4) Efeitos dos Ruído

- São necessárias mais pesquisas sobre efeitos na saúde (auditiva e não auditiva), como os resultados da exposição excessiva ao ruído, particularmente sobre o sinergismo com outros agentes do ambiente de trabalho e efeitos a longo prazo.

(5) Audiometria

- Deve ser promovida a utilização dos resultados de testes audiométricos para prevenção, incluindo a implantação de normas sobre monitoria TTS, nas quais são necessárias outras pesquisas.

- Deve ser estimulado o levantamento sistemático de ensaios audiométricos.

(6) Implantação de Medidas e Riscos

- Foi recomendado que a ISO prepare uma norma sobre estratégias de medição de ruído.

- Deve ser estimulado o desenvolvimento de dosímetros do tipo 2 com baixo custo, menos que Us\$ 50,00. Esses provavelmente poderão ser usados por todos aqueles que estão expostos ao ruído excessivo.

(7) Proteção Auditiva

- Como equipamento de proteção auditiva individual, o protetor auditivo deve servir como último recurso ou para uso temporário. Sendo assim, devem ser feitos todos os esforços para a redução de níveis de ruído no ambiente de trabalho.

- É inaceitável o fornecimento de protetores auditivos que não tenham eficiência comprovada. Com o objetivo de garantir a qualidade dos protetores auditivos, é obrigatório que os mesmos sejam avaliados, para cada tipo e fabricante, sendo que instituições nacionais devem realizar tais avaliações.

- Além disso, mesmo aqueles protetores que já foram testados, devem ser avaliados para cada usuário.

- Os protetores devem ser classificados de acordo com a performance no ambiente de trabalho.

- Devem ser estimuladas pesquisas para o desenvolvimento de protetores auditivos tipo concha e protetores auditivos tipo plug com controle ativo em banda larga de frequência. Existe ainda uma lacuna para melhoria de protetores auditivos clássicos.

(8) Educação

- Não só os administradores, os trabalhadores e os profissionais da área devem ser educados sobre os perigos da exposição excessiva ao ruído, mas também as crianças nas escolas e o público em geral.

- As campanhas educacionais devem ter estratégias adequadas para cada grupo alvo. A mídia em massa, por exemplo, é uma excelente ferramenta para educação do público em geral.

(9) Informações

Os seguintes aspectos devem ser difundidos em todo mundo :

- A divulgação do conhecimento já disponível, usando também a Internet

- O desenvolvimento e a divulgação de novos conhecimentos visando solucionar problemas existentes.

- Desenvolvimento de mecanismos para pesquisar e difundir soluções práticas de controle de ruído a nível mundial (por exemplo, através de um programa de troca de informações sobre prevenção e controle da Organização Mundial da Saúde).

- Criação de banco de dados dos testes audiométricos de pessoas expostas e não expostas, a nível global.

(10) Organizações Internacionais

Organizações internacionais, como ILO, WHO, ISO e EC são estimuladas a promover a conciliação dos limites de exposição ocupacional ao ruído e recomendar que o mesmo critério seja usado para monitoramento e ensaios audiométricos e, ainda, para ações de prevenção exigidas (controle de ruído e proteção da audição).

TABELA 1 - ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE LEGISLAÇÕES ELABORADAS POR DIFERENTES PAÍSES

País	L_{Aeq} Taxa para 8 horas de exposição	Taxa	Limite para Engenharia ou Administração de Controle	Limite para monitoramento da audição	Limites superiores para nível de pressão sonora
Austrália (vários estados)	85 dB	3 dB	85 dBA	85dBA	140 dB lin, pico
Brasil	85 dB	5 dB	90 dBA para exposição >115 dBA deve ser usado proteção		130 dB pico
Canadá	87 dB	3 dB	87 dB	85 dBA 85 dBA (a)	140 dB pico
	90 dB	5 dB	90 dBA		
	85 dB	5 dB	85 dBA		
	90 dB	3 dB	90 dBA		
China	70-90 dB	3 dB			115 dBA
Finlândia	85 dB	3 dB	85 dB		
França	85 dB	3 dB	90 dBA ou 140 dB pico	85 dBA	135 dB pico
Alemanha	85 dB	3 dB	90 dBA	85 dBA	140 dB pico
Hungria	85 dB	3 dB	90 dBA		125 dBA ou 140 dB pico
Israel	85 dB	5 dB			115 dBA ou 140 dB pico
Itália	85 dB	3 dB	90 dBA	85 dBA	140 dB pico
Holanda	80 dB	3 dB	85 dB		140 dB pico
Nova Ze'ândia	85 dB	3 dB	85 dBA + 3 dB taxa de câmbio		115 dBA escala lenta ou 140 dB pico
Noruega	85 dB	3 dB		80 dBA	110 dBA
Espanha	85 dB	3 dB	90 dBA	80 dBA	140 dB pico
Suíça	85 dB	3 dB	90 dBA	80 dBA	115 dBA, 140 dBC
Inglaterra	85 dB	3 dB	90 dBA	85 dBA	140 dB pico
EUA	90 dB (TWA)	5 dB	90 dBA mas para exposição > 115 dBA	85 dBA	140 dB pico ou 115 dBA
EUA (Força armada e aérea)	84 dB	3 dB		85 dBA	140 dB pico

CHAMADA DE TRABALHOS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA

Os trabalhos para publicação na Revista de Acústica e Vibrações devem ser enviados para o endereço: Instituto de Acústica e Vibrações, Caixa Postal 12465, CEP 13061-970, Campinas, SP. Os trabalhos devem ser enviados em triplicata, com o original e duas cópias. O prazo para entrega dos trabalhos é de 30 dias antes da data de publicação. Os trabalhos serão avaliados por uma comissão de avaliação. Os autores serão avisados sobre o resultado da avaliação. Os trabalhos aprovados serão publicados na Revista de Acústica e Vibrações. Os autores terão o direito de retirar o trabalho publicado, desde que seja feita a devida comunicação à Comissão de Avaliação. Os trabalhos publicados na Revista de Acústica e Vibrações são de propriedade da Associação Brasileira de Acústica e Vibrações (ABRACVIB). Os direitos de reprodução são reservados. A reprodução total ou parcial dos trabalhos publicados na Revista de Acústica e Vibrações é permitida, desde que seja feita a devida citação da fonte original. Os trabalhos publicados na Revista de Acústica e Vibrações são de propriedade da Associação Brasileira de Acústica e Vibrações (ABRACVIB). Os direitos de reprodução são reservados. A reprodução total ou parcial dos trabalhos publicados na Revista de Acústica e Vibrações é permitida, desde que seja feita a devida citação da fonte original.

GUIA AMARELO DE ACÚSTICA E VIBRAÇÕES

A revista de "Acústica & Vibrações" é uma publicação semestral da Sociedade Brasileira de Acústica com 1500 exemplares distribuídos no Brasil, Argentina, Chile, Peru e México através de acordo com as respectivas associações de cada país. Continuamos a publicar o guia de informações na área de Acústica e Vibrações para: materiais para absorção e choques, silenciadores e atenuadores de ruído, enclausuramentos, protetores auditivos, consultores, prestação de serviços, laboratórios de medições e outros produtos ligados à área de acústica e vibrações, conforto acústico, conservação de audição e campos afins.

Portanto, solicitamos aos interessados o envio de seus materiais em forma final dentro do espaço de 17 x 12 cm conforme as páginas amarelas centrais.

A publicação será gratuita, na próxima edição de Julho/96, para os sócios INSTITUCIONAIS da SOBRAC com pagamento em dia de 1996. Para não sócios institucionais será cobrada uma taxa de R\$ 350,00 (trezentos e cinquenta reais) por anúncio. Os sócios EFETIVOS (individuais) e/ou ESTUDANTES podem mudar para sócios institucionais pagando a diferença da taxa anual.

Maiores informações poderão ser obtidas na SOBRAC:

SOBRAC - Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório de Vibrações e Acústica

Cx. P. 476 - Florianópolis - SC - BRASIL, CEP: 88040-900

Tel: (048) 2343074 ou 2319227 Fax: (048) 2341524 ou 2341519

Revista "Acústica & Vibrações" da SOBRAC

A revista "Acústica & Vibrações" da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC) é uma publicação Semestral desde 1987 com artigos técnicos/informativos nas seguintes áreas:

- Controle de Ruído
- Ruído Comunitário e Poluição Sonora
- Ruído em Edificações e Conforto Acústico
- Acústica e Vibrações Veicular
- Conservação da Audição
- Efeito de Ruído e Vibração no Homem
- Vibrações Mecânicas
- Isolamento de Vibrações e Choques
- Instrumentação para Acústica e Vibrações
- Medições, Análise e Processamentos de Sinais
- Normas Nacionais e Internacionais

A revista é distribuída para os sócios da SOBRAC e para Associação dos Acústicos Argentinos (AdAA), Sociedade Chilena de Acústica, Sociedad Peruana de Acústica (SPA) e Instituto Mexicano de Acústica. A revista tem 1500 exemplares de tiragem.

CHAMADA DE TRABALHOS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA

Os trabalhos poderão ser enviados em língua Portuguesa ou Espanhola. Os artigos enviados deverão refletir soluções para problemas de ruído e/ou vibrações nas áreas acima citadas, também serão bem vindos casos práticos de estudos e notas técnicas.

Os originais do trabalho deverão ser enviados em papel A4 impressão a Laser ou Deskjet, em duas colunas 8 X 24cm cada (conforme modelo dos trabalhos nesta revista) junto com cópia em disquete de computador digitado em formato de Microsoft Word 6 ou compatível. As equações matemáticas, de preferência, deverão ser digitadas no computador dentro do mesmo arquivo de texto do trabalho.

As figuras e tabelas deverão estar dentro da largura de 8 cm (uma coluna) ou 17 cm (duas colunas) no máximo, e deverão ser enviadas em arquivos separados no disquete; os originais das fotografias deverão ser enviados. As referências bibliográficas deverão ser listadas no final do trabalho, numeradas em [1] e citadas dentro do texto. O lay-out do trabalho será feito pela revista (ver modelos dos trabalhos nesta revista), é importante enviar o artigo em disquete acompanhado com cópia impressa.

Para receber todas as revistas semestrais da SOBRAC, associe-se,
preenchendo a Ficha de Inscrição abaixo:

FICHA DE INSCRIÇÃO

SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica

UFSC/EMC/LVA - Campus Universitário

Caixa Postal: 476 - CEP: 88040-900 - Florianópolis - SC

Att.: Prof. Samir N.Y. Gerges, Ph.D.

Fone: (048) 231-9227 ou 234-4074 / Fax: (048) 234-1519 ou 234-1524

NOME: _____

Data e Local Nasc.: _____

Graduação: [] sim [] não Especialidade: _____

Ocupação Principal: _____

ENDEREÇO PESSOAL:

Rua, Nº Bairro: _____

CEP - Cidade-Estado-País: _____

Fone e Fax: _____

ENDEREÇO PROFISSIONAL:

Empresa/Instituição: _____

Cargo: _____

Rua e Nº.: _____

Bairro e Cidade: _____

CEP-Cidade-Estado: _____

Fone e Fax: _____

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA: Res. [] Com. []

ÁREAS DE INTERESSE PRINCIPAL

CATEGORIA: EFETIVO [] INSTITUCIONAL [] ESTUDANTE []

(Autônomo ou Individual)

(Empresas)

Caso INSTITUCIONAL, favor fornecer dados dos representantes

Primeiro Representante - Nome: _____

Endereço: _____

Segundo Representante - Nome: _____

Endereço: _____

***usar folha adicional para incluir outros representantes**

Local: _____ Data: _____

Assinatura: _____