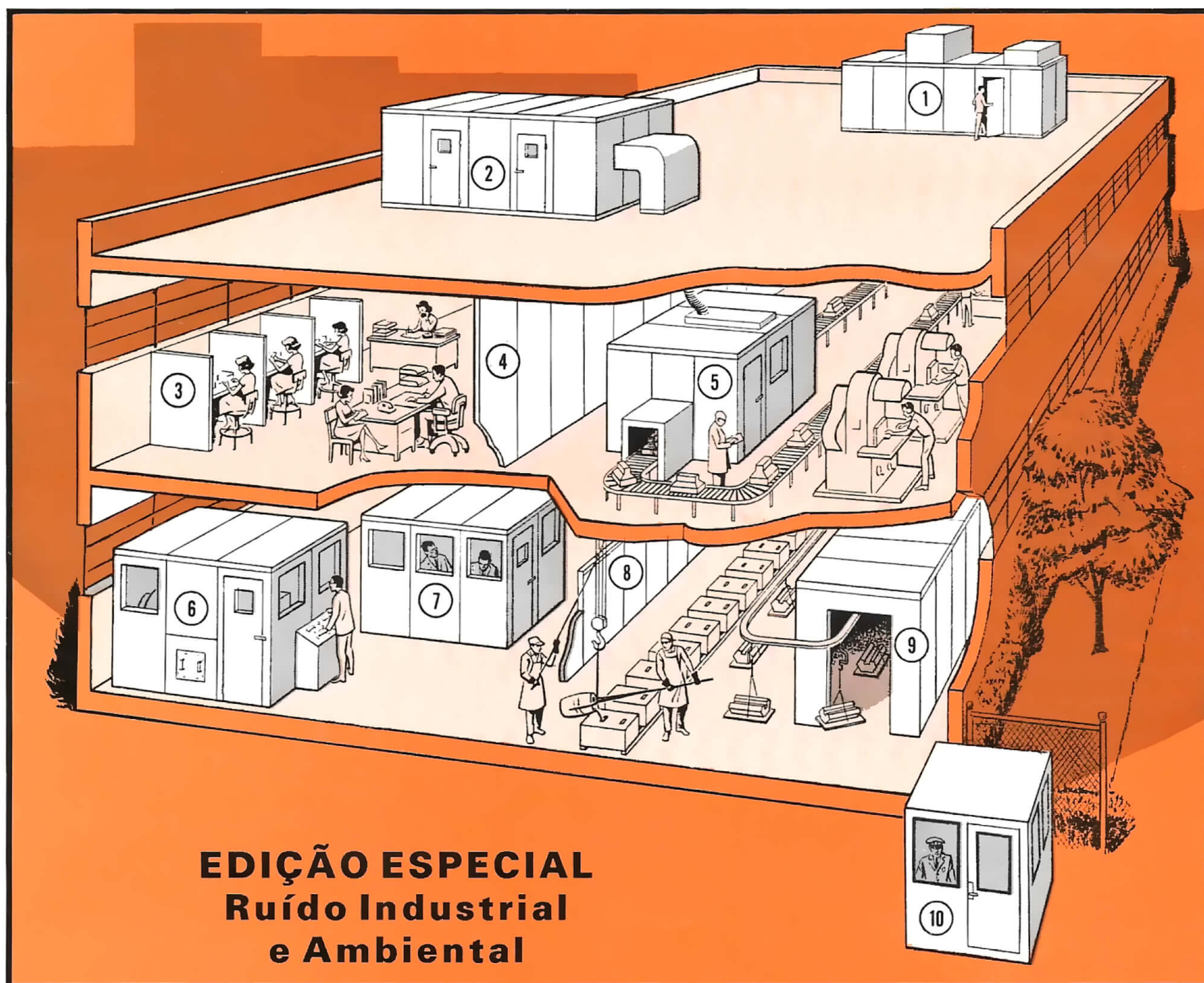


# ACÚSTICA & VIBRAÇÕES

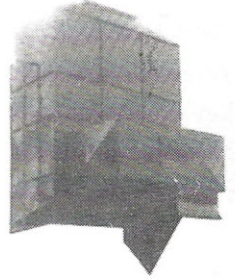
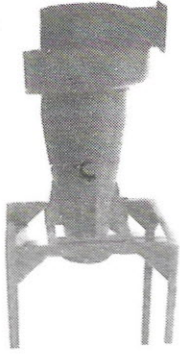
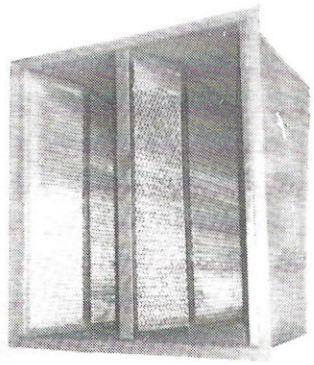
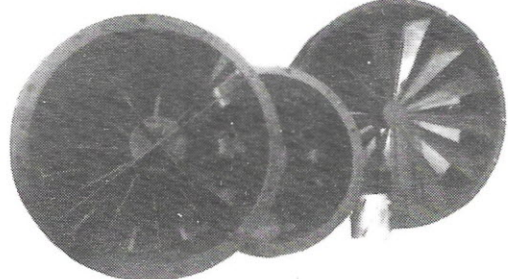
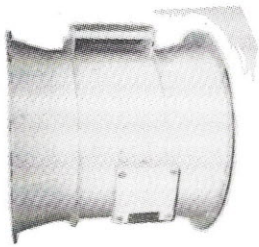
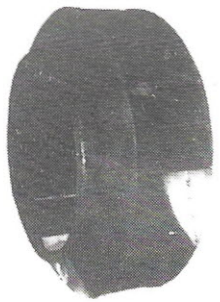
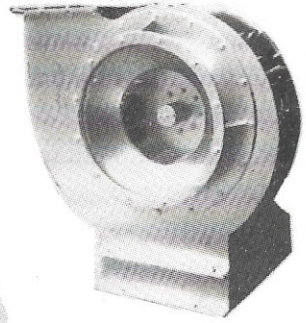
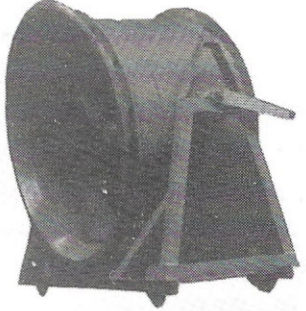
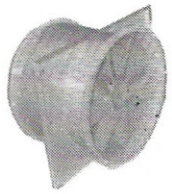
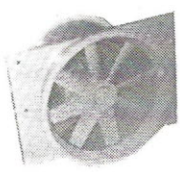
Nº 15

JULHO 1995

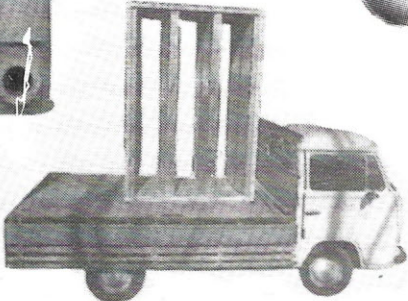
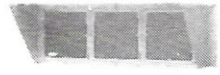
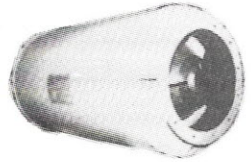


- **Controle de Ruído Industrial**
- **Plano diretor de Ruídos na Indústria Multi-Tarefa**
- **Dicas para Controle de Ruído**
- **Notícias: Programa Silêncio - Sêlo Ruído**

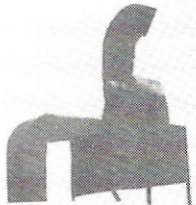
**VENTILAÇÃO**



**ATENUAÇÃO DE RUIDOS**



**CONTROLE AMBIENTAL**



**ABBA ENGENHARIA LTDA.**  
RUA DA ASSEMBLÉIA, Nº 10 GR.3702/03-CENTRO-CEP.20119-900  
TEL.: (021) 531-2100 / 531-2499 - FAX.(021) 531-1498

# ACÚSTICA & VIBRAÇÕES

## EXPEDIENTE

### REVISTA 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 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 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) - Julho de 1995

## ÍNDICE

CONTROLE DE RUÍDO INDUSTRIAL John M. Handley .....	02
PLANO DIRETOR DE RUÍDOS NA INDÚSTRIA MULTI-TAREFA Marcos V. Meduri .....	23
DICAS PARA CONTROLE DE RUÍDO Stig Ingemansson .....	26
NOTÍCIAS (LIVROS E CONGRESSOS) .....	35

**A** Sociedade Brasileira de Acústica SOBRAC - é uma Sociedade Civil, sem fins lucrativos, fundada em 21 de novembro de 1984 por profissionais interessados em Acústica e na Ciência das Vibrações.

A SOBRAC tem por finalidade congregar pessoas físicas e jurídicas para:

I) Contribuir para o desenvolvimento da Acústica e Ciência das Vibrações, tanto como ciências com em suas aplicações no Brasil.

II) Promover a pesquisa, intercâmbio e difusão do conhecimento no seu campo de atuação.

III) Estimular um efetivo intercâmbio entre os agentes envolvidos com a Acústica e Ciência das Vibrações e suas aplicações no Brasil, sejam universidades, centros de pesquisa, consultores, entidades governamentais, empresas fornecedoras de produtos e serviços e demais interessados, de forma a contribuir para o desenvolvimento tecnológico do País.

IV) Promover a divulgação do conhecimento da Acústica e Ciência das Vibrações, através da publicação de livros, revistas e outros meio de comunicação.

V) Promover o conhecimento da Acústica e Ciência das Vibrações, através da realização de Congressos, Seminários, Simpósios, Conferências, Cursos e Reuniões Técnico-Científicas.

VI) Atrair para o seu campo de atuação indivíduos qualificados, pela divulgação das conquistas de suas especialidades, em termos de benefícios para a Humanidade.

VII) Participar e influir, sempre que possível, na formulação de currículos básicos e profissionais que envolvam os conhecimentos de seu campo de atuação.

VIII) Buscar participação na formulação de políticas e normas inerentes ao seu campo de atuação.

IX) Desenvolver atividades de esclarecimento público no sentido da aplicação de critérios de suas especialidades em benefício da Sociedade.

X) Promover o intercâmbio com outras associações técnico-científicas correlatas, no País e no Exterior.

#### "O Quadro Social"

- O quadro social da SOBRAC será constituído por pessoas físicas e jurídicas, interessadas no desenvolvimento da Acústica e Ciência das vibrações.

Serão reconhecidas as seguintes categorias de sócio: efetivo, estudante, institucional, benemérito e honorário.

- São sócios efetivos todos os profissionais com interesse em Acústica e Ciência das Vibrações, que concordarem com os objetivos da Sociedade e puderem contribuir para que sejam alcançados, e que tenham seus nomes aceitos pela Diretoria.

- São sócios estudantes aqueles que tenham seus nomes aceitos pela Diretoria.

- São sócios institucionais as entidades públicas e privadas que tenham suas inscrições aceitas pela Diretoria.

O sócio institucional indicará anualmente um representante que exercerá os mesmos direitos do sócio efetivo, exceto e elegibilidade para a Diretoria e Conselho.

# CONTROLE DE RUÍDO INDUSTRIAL

**JOHN M. HANDLEY**

*Vice-presidente Industrial Acoustics Company (IAC)*

1160 Commerce Avenue

Bronx, New York 10462 USA

## INTRODUÇÃO

A perda de audição, causada por exposição prolongada a nível alto de ruído, tornou-se um dos acidentes mais comuns no meio industrial. Muitas legislações foram elaboradas, em cada país, para proteger empregados dos perigosos ruídos. Essas legislações obrigam que as indústrias cumpram as leis desenvolvidas proporcionando ambientes de trabalho seguros.

Geralmente a legislação que existe, ou está sendo considerada, relaciona, tipicamente, o nível de pressão sonora com a duração do tempo de exposição. Na maioria dos casos a Escala-A é usada e o critério geralmente inicia com 85 ou 90 dBA como sendo o nível máximo de ruído para que um empregado possa ser exposto por um período de 8 horas diárias. Com o aumento do nível de ruído, a duração do tempo de exposição permitida diminui.

No Reino Unido, autoridades adotaram um critério mais severo, onde a ação corretiva deve ser tomada, se o nível de ruído, para um tempo de exposição de 8 horas, for acima de 85 dBA. Nos Estados Unidos, o padrão de exposição de ruído OSHA consiste de um programa de estágio duplo, onde medidas de conservação de audição tornaram-se obrigatórias a 85 dBA por um período de 8 horas. Quando a exposição excede 90 dBA a prática de engenharia ou administração de controle de ruído são exigidas.

Em certos países, legislações são usadas e o estabelecimento de um programa de conservação de audição é obrigatório quando os empregados são expostos a altos níveis de ruído.

Um típico programa de conservação de audição consiste em três partes básicas:

- 1- Identificação do problema e análise do espectro de ruído das fontes.
- 2- Testes audiométricos periódicos antes e durante a ocupação do cargo.
- 3- Seleção e implantação do mais viável programa de Engenharia e Administração de controle para eliminar ou reduzir a exposição ao ruído.

Este trabalho trata primeiramente da terceira parte e detalhes de um típico programa de controle de ruído industrial. Alguns exemplos são apresentados com demonstração da prática mais efetiva de técnicas de engenharia de controle de ruído. Geralmente, as técnicas usadas para controle são independentes de qualquer legislação, quer seja na Europa, nos Estados Unidos, na Ásia ou na América Latina e a lei é usada para determinar a exposição do empregado aos perigosos níveis de ruído. Este texto foi anteriormente apresentado para sociedades de engenharia industrial nos Estados Unidos e na Europa.

---

## 1. ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO DE CONTROLE DE RUÍDO

---

Um programa de controle de ruído deve ser estabelecido com rapidez quando o problema é identificado. O programa deve consistir da mais prática engenharia e administração de controle de ruído que deve ser coerente com o critério de con-

trole de ruído selecionado.

### A. Critério de Controle de Ruído

Dois tipos de critério são geralmente usados para controle de ruído industrial. O primeiro é o critério de conservação de audição e o segundo, de igual importância, quando aplicável, é o critério da comunicação verbal.

### A.1 Conservação da Audição

Um critério de conservação de audição é estabelecido para proteger empregados do ruído que induz a perda de audição. O padrão OSHA “90 dBA” tem sido aprovado por muitas autoridades nos EUA e pode ser usado como um critério de conservação de audição mínima para a maior parte das situações de ruído industrial. As medidas do nível de pressão sonora em Escala-A podem ser facilmente usadas para identificação do problema e monitoramento dos níveis de ruído. As principais características da Escala – A são mostradas na figura 1.

cancelado e revisado pelo *Secretary of Labor George Schultz*. A versão revisada publicada em 20 de maio de 1969 estabelecia que o novo padrão Walsh-Healey seria 90 dBA, que subsequentemente tornou-se uma parte do padrão OSHA.

### A.2 Comunicação Verbal

Altos níveis de ruído nos escritórios das fábricas interferem na inteligibilidade da fala e tornam o uso do telefone difícil ou impossível. É comum, por exemplo, observar um trabalhador do escritório curvar sua cabeça até o meio dos joelhos, abaixo da sua mesa, num esforço para comu-

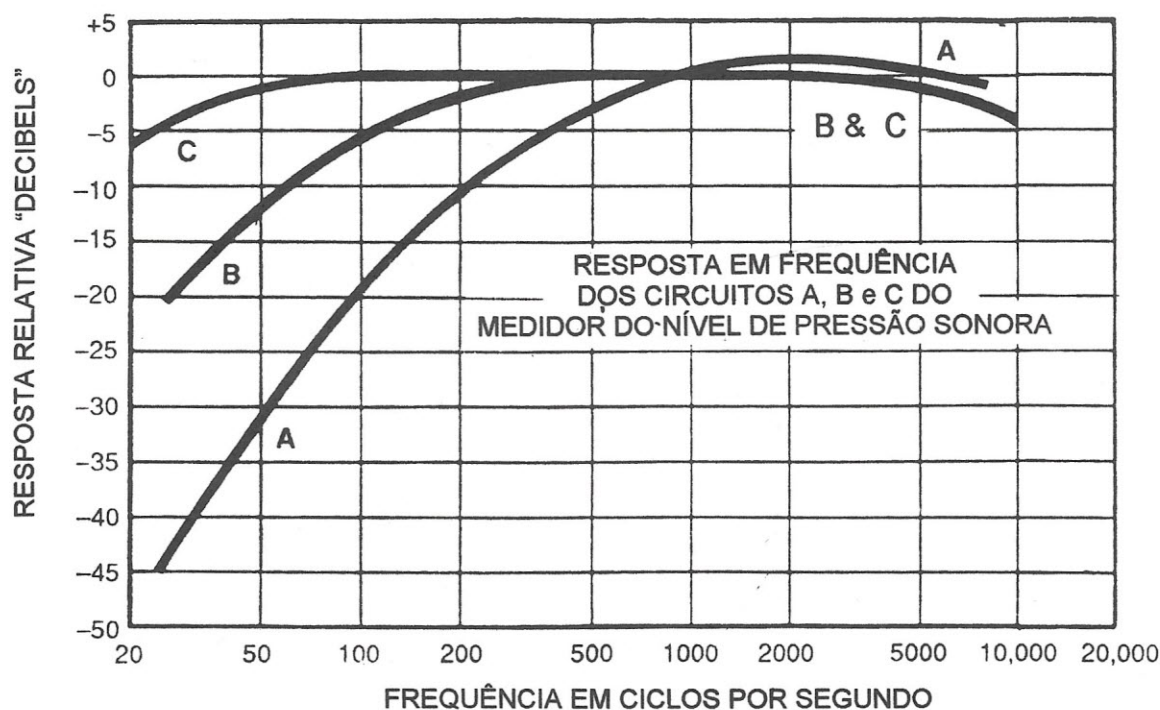


Figura 01 - Resposta em frequência do medidor do nível de pressão sonora para ruído de incidência aleatória em várias escalas A, B, C.

Algumas indústrias têm adotado 85 dBA como um padrão de conservação de audição, que é obviamente mais seguro favorecendo a futura legislação que pode reduzir o padrão para esse nível. As normas e regulamentos de exposição de ruído de Walsh-Healey publicados pela primeira vez no Registro Federal dos E.U.A. (17 de janeiro de 1969), usavam 85 dBA como o nível de ruído permitido para 8 horas de exposição por dia. Isto foi

nicar-se ao telefone. A intenção do critério para eliminar esse tipo de problema deve ser baseada nas maneiras que o ruído afeta nossa habilidade para ouvir a fala.

Geralmente se refere ao ruído que interfere na fala como mascaramento. Mascaramento é o processo pelo qual o limiar da audibilidade para uma fonte é superado pela presença de outro ruído. A noite, o ruído da torneira gotejando pode

tornar-se audível, quando o ruído de fundo é baixo. Entretanto, para muitos o ruído da goteira pode tornar-se mais barulhento psicologicamente, quando a pessoa já está aborrecida.

No ambiente da fábrica, o aumento de ruído de fundo caracteriza o aumento do limiar de audibilidade do empregado. Como aumenta o limiar, ele poderá ouvir somente alguns ou talvez nenhum dos sons necessários para uma inteligibilidade satisfatória.

Devido a necessidade de falar ao telefone dentro do ambiente industrial, critérios de comunicação podem ser usados nas avaliações e especificações do tratamento de controle de ruído. Além disso, é geralmente aceito que os altos níveis de ruído interfere na concentração, podendo causar maior taxa de erros e acidentes.

Pesquisas realizadas sobre o nível de interfe-

rência da fala (*SIL*), contornos de comunicação verbal (*SC*), e o nível de interferência da fala na frequência preferida conhecida por *PSIL*, mostram padrões confiáveis usados por arquitetos, engenheiros e consultores acústicos. Martin Hirschorn recentemente publicou um resumo dos critérios de comunicação verbal que incluía um critério relativamente novo baseado na Escala-A. Isto pode mostrar-se ideal para programas de controle de ruído industrial porque a Escala-A é usada também como padrão de conservação de audição. A figura 2 mostra como o nível da Escala-A relaciona a habilidade de comunicar-se sob condições ruidosas.

Uma vez que a extensão do problema de ruído seja determinado e o critério selecionado, então a técnica de controle de ruído mais viável pode ser estabelecida com um programa de conservação de audição.

Para citar o decreto de Walsh-Healey, "se empregados estão sujeitos a níveis de ruído acima daqueles da Tabela 1, será utilizada engenharia ou administração de controle adequado".

Uma análise detalhada das técnicas de controle de ruído é apresentada na seção seguinte. Isto inclui uma discussão da administração e engenharia de controle de ruído com exemplos e casos históricos de como ela é usada como parte de um programa de conservação de audição.

Para citar novamente os regulamentos Walsh-Healey, "se estes controles falham, equipamentos de proteção individual podem ser provi-

Nível aproximado de interferência da fala (*SIL*), em dBA

Distância		Normal	Elevado	Ruidoso	Grito
ft	mm				
1	305	77	83	89	95
3	914	67	73	79	85
6	1829	61	67	73	79
12	3658	55	61	67	73

Nível de Interferência na fala *SIL* é dado pela média aritmética dos Níveis de Pressão Sonora nas bandas de 500, 1000, 2000, 4000 Hz. O nível e a distância (ver tabela) indicam as condições sob a qual comunicação é possível.

O uso de telefones em áreas ruidosas

SIL (dB)	dBA	Uso do telefone
menor que 65	72	satisfatório
de 65 a 80	72 a 87	difícil
acima de 80	87	impossível

Referência: *Handbook of Noise Control Measurement (sexta edição)*, General Radio Company, West Concord, Massachusetts.

Relação aproximada entre NC, *SIL*, dBA.

NC	20	30	40	50	60	70
<i>SIL</i>	22	32	42	51	61	71
dB(A)	31	40	49	58	68	77

Esta relação pode ser diferente dependendo da forma do espectro. Os valores mostrados devem ser usados apenas para orientação condicionada a medições e análises de cada caso.

Figura.02

**TABELA I**  
Exposição de Ruído Permitido

Duração por dia (hora)	Nível sonoro dBA resposta lenta
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1½	102
1	105
½	110
¼ ou menos	115

denciados e usados para reduzir o nível de ruído que está indicado na Tabela 1”. Assim o uso de equipamento de proteção individual é considerado apenas como último recurso.

## B. Equipamento de Proteção Individual

Protetores auditivos tipo plug são os mais comuns. Alguns podem reduzir o ruído pouco mais que 20 dBA. É difícil mantê-los limpos, são facilmente perdidos e algumas vezes tornam a comunicação verbal mais difícil. Algumas dessas desvantagens podem ser superadas pelos protetores tipo concha e capacetes. Capacetes são usados onde os níveis de ruído são muito altos para proteger contra a transmissão através do crânio. Todos os tipos de protetores são consideradas soluções pobres para problemas de excesso de ruído, pois muitos trabalhadores não os usam continuamente.

A OSHA foi contra alguns empregadores que, antes da Comissão de Revisão da OSHA, acreditaram que a proteção individual era a única solução possível para seus problemas de ruído. O texto seguinte foi extraído da publicação do *Noise Control Report I* de 11 de dezembro de 1972, número 18, página 162.

### *Employer must show Controls have failed*

*Employers must prove that administrative and engineering controls of noise hazards in work place have failed before excessive noise can exist without being cited as an OSHA violation. OSHRC Judge Robert P. Weil ruled*

*that issuance of ear plugs to employee was not sufficient action on part of employer to protect works.*

*Firm was cited by Department of Labor for allowing employees to be exposed to high noise levels produced by dynamometer test beds used for testing internal combustion engines. DOL had ordered firm to install acoustical enclosures around the noisy beds but it had failed to do so prior to inspection. Since firm had failed to implement adequate engineering and administrative controls as requested, its distribution of personal hearing protective devices was irrelevant, said Weil.*

A melhor técnica é fazer um controle de ruído independente do empregado. Protetores auditivos individuais não são um método de controle de longo prazo, visto que eles não fazem controle das próprias fontes.

Existe a tecnologia para resolver a maior parte dos problemas, com a possível exceção do ruído interno de aviões. Segue uma lista das fontes de ruído que foram tratadas com sucesso pelas ricas técnicas de engenharia de controle de ruído.

- Compressores de ar e gás
- Ruído de entrada e descarga do fluxo de ar
- Jatos de ar e gases
- Máquinas automáticas de parafusos
- Compressores axiais
- Caldeiras
- Exaustores
- Compressores
- Motores de combustão interna
- Engrenagem e caixa de engrenagem
- Motores elétricos
- Ventiladores
- Turbinas a gás
- Moinhos
- Conjunto de moto-gerador
- Queimador de óleo ou gás
- Spray de plasma
- Sistemas manuais pneumáticos
- Válvulas de redução de pressão
- Enclausuramento de bomba
- Sala de controle de qualidade
- Instrumentos sensíveis
- Vibradores
- Mesa vibratória
- Equipamentos montados em navios
- Turbinas a vapor
- Válvula de vapor

A lista acima não está totalmente completa, mas demonstra que a experiência e o equipamento são disponíveis para solução de uma ampla faixa de problemas de ruído.

O tratamento da fonte de ruído é geralmente o primeiro passo a ser considerado num programa de controle de ruído. Uma grande variedade de controles podem ser usados, variando desde a modificação do processo até o total enclausuramento da fonte. Métodos de tratamento são mostrados a seguir. São apresentados, neste trabalho, casos mostrando como técnicas de engenharia são usadas nas atuais aplicações de controle de ruído industrial.

## 2. TÉCNICAS DE CONTROLE DE RUÍDO

### A. Manutenção

Um método claro é a correta manutenção do equipamento. Seguem-se exemplos típicos de como uma boa manutenção pode reduzir o ruído:

1. Redução da vibração através de conveniente alinhamento e balanceamento do equipamento, preferencialmente sob condições de carregamento dinâmico.
2. Substituição das peças gastas, como pontos de apoio, engrenagens e outras partes móveis.
3. Lubrificação regular para reduzir o atrito.
4. Aperto de partes frouxas.
5. Montagem correta das máquinas.

### B. Modificação

Algumas fontes ruidosas podem tornar-se mais silenciosas pela alteração da maneira de operação do equipamento. Seguem-se exemplos típicos de redução de ruído por modificação:

1. Redução da velocidade de operação do equipamento.
2. Redução dos picos de força (impacto) pela extensão do seu tempo de aplicação; por exemplo usando punções progressivas de forma que o trabalho total não seja instantâneo.
3. Redução das velocidades de fluxo de gases e

líquidos, que diminuem a turbulência e vibração.

4. Redução da turbulência do fluxo do fluido usando um caminho suave.
5. Redução do ruído de impacto pelo uso de materiais mais macios ou mais elásticos, como borracha, madeira, couro, plástico ou metais leves, para revestimento de superfícies de aço.

### C. Substituição

Outro método de controle de ruído na fonte é a substituição de um processo mais ruidoso por um mais silencioso. Exemplos são dados abaixo:

Quando as técnicas de redução de ruído por manutenção, por modificação por substituição não são suficientes ou praticáveis, o uso de barreira acústica ou silenciador entre a fonte de ruído e o operário devem ser considerados.

Equipamentos (fontes de ruído)	Substituição mais silenciosa
corte de metal por queda livre	corte de metal gradual
Acionamento por engrenagem	Acionamento por correia
Injeção de peças por jato de ar	Injeção mecânica
Máquina pneumática	Máquina hidráulica
Feramenta manual pneumática	Ferramenta manual elétrica
Máquinas de alta velocidade	Máquinas de baixa velocidade
Rebitagem	Soldagem
Martelamento	Pressão ou rolamento
Impacto frio	Impacto quente

### D. Enclausuramento da Fonte de Ruído.

O enclausuramento tem por objetivo bloquear os trajetos do ruído da fonte até o receptor. Para selecionar materiais de enclausuramento não é suficiente apenas alta perda de transmissão. Mas também, portas, aberturas de acesso, sistema de venti-



lação e entradas de serviço devem ser acusticamente compatíveis com a redução requerida.

É também necessário considerar a relação do um enclausuramento com o maquinário para desenvolver um projeto. Se uma máquina pode ser movida periodicamente, ou é inspecionada regularmente, o projeto deve permitir ao enclausuramento ser removido ou desmontado rapidamente, e se desmontado, ser capaz de ser montado novamente sem perda na performance acústica.

O bom projeto de enclausuramento envolve uma cuidadosa seleção de materiais. Uma estrutura com uma superfície interior rígida (não absorvente) não é recomendada. Isto pode causar o surgimento de ressonância ou um aumento no nível de ruído dentro da estrutura e então rejeitar a performance da perda de transmissão.

Por outro lado, somente a absorção do som não produzirá isolamento efetivo. Um enclausuramento construído com materiais porosos necessita ainda massa para uma boa perda de transmissão. O bom projeto indica que os materiais de enclausuramento devem ter alta perda de transmissão e grandes propriedades absorventes.

Embora, essas propriedades sejam inerentes nos materiais convencionais como concreto, tijolo, madeira e fibra de madeira em combinação com lã de rocha e fibra de vidro. A construção usando esses materiais é raramente adequada na maior parte das instalações de controle de ruído industrial.

Particularmente, isto é verdade se a portabilidade, a acessibilidade e peso leve relativo da construção forem especificações do projeto.

Um bom projeto de enclausuramento não é suficiente, resultados satisfatórios muitas vezes dependem da contínua supervisão na fabricação e montagem. Caso isto não seja não praticável, muitas decisões erradas serão provavelmente tomadas, resultando numa performance pobre do enclausuramento. O custo de tal construção convencional é provavelmente muito alto e não poderá ser recuperado se a instalação tiver que ser relocada. Portanto, as experiências anteriores mostraram que os enclausuramentos acústicos modulares pré-projetados, similares ao *IAC Moduline System* são recomendados.

Veja o exemplo N01, que é um caso histórico de como um nível de ruído de 97 dBA de uma serra de corte foi reduzido para 84 dBA usando um enclausuramento acústico portátil.

### **E. Isolamento de Vibrações**

Isoladores de vibrações disponíveis comercialmente, projetados para reduzir o ruído estrutural, são eficientes, especialmente para ruído de baixas frequências. Isoladores de vibração reduzem o ruído transmitido através da base do equipamento, das tubulações, e outros meios que podem estar rigidamente conectados à fonte de ruído.

### **F. Amortecimento**

É comercialmente viável aplicando-se uma camada de mastique ou um revestimento de espuma, reduzindo a amplitude e duração do som. São melhores se forem usados em conjunto com outro tratamento de controle de ruído.

### **G. Materiais Flexíveis para Controle de Ruído**

Recentemente, uma considerável variedade de materiais flexíveis tem sido comercializados para aplicação de controle de ruído. Estes variam de espumas de poros abertos até camada de chumbo. Combinação de espumas e chumbo/vinil proporcionam um certo grau tanto de absorção, quanto de perda de transmissão. Materiais flexíveis desse tipo são comumente usados por fabricantes de equipamentos para tratamento de fontes de ruído.

### **H. Posição Relativa da Fonte de Ruído - Receptor**

Aumentando a distância entre a fonte de ruído e receptor geralmente reduz-se o ruído. O deslocamento da fonte de ruído pode proporcionar um efetivo e econômico controle. O controle de ruído, particularmente quando é usado o princípio da distância entre as fontes e as pessoas, é mais

economicamente aplicado quando projetado sobre uma nova instalação. O critério de ruído e da posição da fonte deve, portanto, ser considerado no *lay-out* de uma nova planta e na compra do novo equipamento.

## I. Tratamento Acústico do Ambiente

Algumas estruturas industriais são construídas essencialmente de materiais duros com alta reflexão acústica. O ruído dentro de tais construções tende a reverberar, refletir e reconstruir-se por todas as partes da planta, dessa forma proporcionando somente uma limitada atenuação com a distância. As pessoas, até mesmo a alguma distância da fonte, podem ainda serem expostas ao perigoso ruído. Níveis de ruído, em tais casos, podem muitas vezes serem reduzidos efetivamente pela adição de elementos absorventes.

Num espaço altamente absorvente, o campo sonoro se aproximará das características de campo livre. Num verdadeiro campo livre, o som se reduzirá 6 dB para cada duplicação da distância da fonte. A adição de elementos absorventes resultará em um campo sonoro mais próximo do campo livre do que do reverberante. Assim, o benefício da redução de ruído pela distância será realizado.

O uso de materiais absorventes proporcionará outra vantagem positiva para reduzir as ressonâncias acústicas. Embora isso não possa resultar em níveis de ruído mais baixos para trabalhadores junto às máquinas ruidosas. Entretanto, pode mudar a qualidade de um meio altamente reverberante para um bem mais absorvente. Numa área altamente reverberante, para fonte e ruído contínuo, haverá pouca dissipação de energia sonora. O nível sonoro de campo altamente reverberante pode ser reduzido teoricamente. Cerca de 10 dB pelo revestimento de todas as superfícies, o que é difícil de ser realizado na prática. Também o nível de ruído reverberante em um ambiente fechado, teoricamente decresce em torno de 3dB quando se dobra a área de superfícies absorventes.

Deve ser lembrado ainda que, uma superfície muito rígida terá algumas características absorven-

tes. Na maioria dos casos, não é recomendável revestir mais que 50% das superfícies da sala, pois o ganho da redução de ruído além deste limite é insignificante.

O Exemplo N02, mostra um caso de como a absorção foi utilizada numa parte do programa de controle de ruído de um moinho têxtil.

## J. Isolamento do Trabalhador da Fonte.

Um enclausuramento parcial ou barreira acústica, ambos com materiais absorventes e boa perda de transmissão, corretamente instalados, podem proporcionar redução de ruído da ordem de 8 a 12 dB. Um enclausuramento total pode proporcionar um grau maior de redução, variando desde 30 dB até 60 dB dependendo do projeto.

Projetos de escritórios de fábrica com baixo nível de ruído e projetos de cabines silenciosas são disponíveis numa variedade de tamanhos modulares. Alguns são projetados e entregues prontos para o uso, completos com iluminação, ventilação e móveis de escritório.

Em 1971, vimos um aumento da demanda de estruturas montadas na fábrica do cliente, entregues no local, na condição de pronto para o uso. Estruturas acústicas tão grandes como 12 x 3 x 3m são normalmente enviadas para satisfazer essa exigência. Essas estruturas pré-montadas reduzem o tempo de instalação na planta, reduzem o custo de trabalho de campo e proporcionam a qualidade de instalação necessária para performance acústica. Existem recursos e experiência para transportar estruturas acústicas pré-montadas e módulos de qualquer tamanho que podem ser movidos até o local da montagem.

O exemplo N03, mostra como um escritório portátil foi projetado para fornecer um meio silencioso dentro de uma fábrica ruidosa.

Há, sem dúvida, alguns problemas de ruído que são muito complexos e de natureza especial. Nesses casos, métodos convencionais não são apropriados e soluções de engenharia são exigidas. O *know-how* é disponível para resolver virtualmente quaisquer problemas de controle de ruído.

### **3. CONTROLE ADMINISTRATIVO**

Existem medidas administrativas que podem ser aplicadas para reduzir a exposição ao ruído ocupacional, através da mudança de jornada do trabalho, política da empresa e rotina.

#### **A. Tempo de Exposição**

O regulamento OSHA relaciona o nível de ruído com o tempo de exposição (ver tabela I). Por exemplo, é permitido a exposição a 95 dBA por 4 horas por dia. Conseqüentemente, se possível, na prática, pode-se dividir a jornada de trabalho. Desta forma, a pessoa permanece 4 horas em um ambiente de 95 dBA e 4 por horas num outro mais silencioso com níveis de ruído abaixo de 90 dBA

#### **B. Empregando Surdos.**

O emprego de pessoas surdas pode possivelmente ser considerado como uma medida de controle de ruído administrativa, desconsiderando a causa da surdez. Algumas vezes, não é prático ou econômico aplicar engenharia de controle de ruído. Se trabalhadores surdos qualificados são disponíveis, eles podem ser usados para rebitagem, afiação, usinagem e outras operações ruidosas.

#### **C. Especificações de Compras**

Outro controle da política administrativa é estabelecer especificações de compras baseadas em padrões de nível de ruído. James H. Botsford, engenheiro de controle de ruído da "Bethlehem Steel", passou a adotar controles desse tipo para a sua companhia na compra de máquinas ruidosas como escavadeiras, guindastes e britadeiras. Outra companhia comprou ferramentas manuais elétricas mais silenciosas em vez de ferramentas pneumáticas mais ruidosas.

#### **D. Desenvolvendo Produtos Mais Silenciosos.**

Existem instalações acústicas controladas para ajudar os fabricantes a pesquisar a redução de ruído da sua linha de produtos. Isso se torna necessário para satisfazer a demanda de clientes que têm feito rigorosa especificação de compra. Ambientes acústicos incluem câmaras anecóicas e câmaras reverberantes, salas silenciosas, salas com paredes rígidas e absorventes e cabines para o controle de qualidade acústica junto à linha de produção.

#### **E. Remanejamento**

Testes audiométricos periódicos são usados para identificar os empregados que são particularmente susceptíveis a Perda de Audição Induzida pelo Ruído. Tais testes podem detectar a mudança do limiar da audição permanente ou temporário e pode, também, possivelmente estabelecer a causa. O remanejamento para áreas de trabalho mais silenciosas pode ser considerado para pessoas que apresentam um certo grau de mudança do limiar auditivo. Esta pode ser uma medida permanente ou temporária dependendo dos controles de engenharia poderem ou não ser implementados para reduzir os níveis de ruído que estão causando a perda auditiva.

### **4. CRITÉRIOS DE PROJETO PARA CONTROLE DE RUÍDO**

Como já foi exposto, é geralmente necessário analisar o ruído das fontes em bandas de oitava (OBA) para determinar a melhor solução para o problema. Isto significa que nós devemos ter um nível equivalente por banda de oitava para o critério de 90 dBA total.

A tabela II que foi criada por Martin Hirschorn, é um método para determinar um equivalente OBA para 90 dBA. Também mostra um pequeno fator de segurança para alcançar o critério de 87 dBA.

TABELA II  
Centro das bandas de oitava, Hz

Banda de oitava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Nível Sonoro Total
Nível de Pressão Sonora em dBA	81	81	81	81	81	81	81	81	90 dBA
Correção para dBC	25	16	9	3	0	-1	-2	-2	
dBC equivalente a 90 dBA	106	97	90	84	81	80	79	79	90 dBA
Fator de Segurança	-6	-6	-6	-6	-3	-2	-1	-1	
Critério de projeto em dBC	100	91	84	78	78	78	78	78	87 dBA

Hirschorn expõem: “A questão do fator de segurança deve ser cuidadosamente examinada em cada caso. Por exemplo, se existem duas fontes de ruído operando simultaneamente, o critério de projeto deverá ser diminuído em 3 dBA para cada fonte. Além disso, correções deverão ser feitas para três ou mais fontes. Se o Nível de Interferência na comunicação verbal (*SIL*) for o critério, o projeto dos níveis de banda de oitava terão que ser bem mais baixos que 87 dBA”.

### EXEMPLO Nº1 ENCLAUSURANDO A FONTE DE RUÍDO

#### Problema

Reduzir o nível de ruído de uma serra circular, acionada por um motor elétrico de 7 ½ hp, que é usada para cortar, fazer canais, ângulos e aplainar chapas.

#### Análise

O operador da serra e pessoas próximas queixavam-se do ruído e o operador também criou o hábito de levar um tempo estranhamente longo para

ajustar a serra entre operações de corte.

Para reduzir o nível de ruído, tanto na posição do operador quanto nas áreas de trabalho próximas, foi projetado um enclausuramento a prova de som.

A especificação acústica necessita reduzir o nível de ruído abaixo do critério de conservação de 90 dBA. Outras especificações do enclausuramento incluíam: (1) não interferência no

fluxo normal de trabalho, (2) manutenção da visibilidade do operador na lâmina e na mesa de corte, (3) uso da força de alavanca da lâmina de corte sem restrição

Uma avaliação do ruído da serra no ouvido do operador resultou nos seguintes níveis de pressão sonora, mostrados na tabela III.

#### Solução

Um enclausuramento “*Noishield*” especial foi projetado e construído (figura 03). O enclausuramento tem aproximadamente 48” de comprimento, 60” de profundidade, 72” de altura, incluindo as seguintes características:

- (1) Portas transparentes, para permitir acesso completo durante o ajuste e visibilidade durante as operações de corte.

- (2) Aberturas para permitir a entrada e a saída do material no enclausuramento e para peças grandes serem cortadas. Cortinas de vinil com chanfro foram usadas para reduzir a transmissão de ruído através das aberturas.
- (3) Exaustores de teto para dissipar o calor formado e remover partículas de metal fino dispersas no ar, geradas durante a operação de corte. Essas partículas constituíam um risco para o operador.

Uma avaliação do nível de ruído no ouvido do operador com o enclausuramento colocado mostra um nível de 84 dBA, ou uma redução total

de 13 dBA. Os resultados dos níveis de pressão sonora por faixas de frequências são também mostrados na tabela III.

Apesar da conservação da audição ter sido o objetivo principal, a comunicação verbal entre o operador da serra e outros empregados também foi melhorada, visto que o PSIL (nível de interferência da comunicação verbal preferido) foi reduzido de 85 para 79 dBA. O operador ficou também apto a trabalhar sem a máscara de proteção facial contra partículas finas de metal; portanto o enclausuramento "Noishield" desempenhou segurança dupla nesse exemplo.

TABELA III

Bandas de oitava, Hz	dBA total	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Antes	97	72	80	82	90	85	81	89	89
Após	84	72	74	76	78	80	79	80	76
Redução de ruído	13	0	6	6	12	5	2	9	13

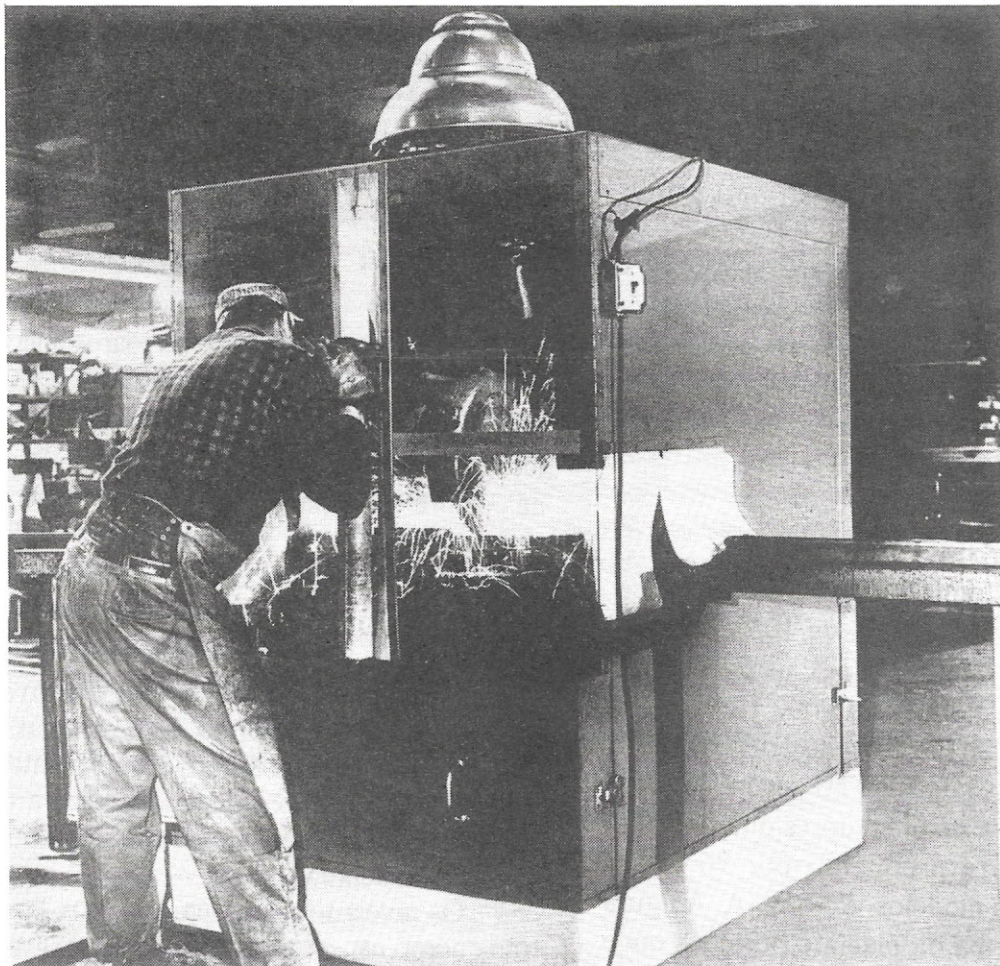


Figura 03a - Foto do enclausuramento acústico Moduline para uma serra. Vista mostra porta fechada.



Figura 3b - Foto do enclausuramento acústico Moduline para uma serra. Vista mostra porta fechada

---

## EXEMPLO Nº 2 MELHORANDO O AMBIENTE ACÚSTICO

---

### Problema

O nível de ruído produzido no setor de tecelagem de uma planta têxtil foi de 105 dBC total com um pico de 99 dB (posição 5, na figura 4) na banda de oitava de frequência 2000 Hz. O nível numa área do setor adjacente (posição 8) era de 91 dB na banda de oitava de 2000 Hz sendo um risco e um incômodo para os operadores que trabalhavam lá. O ruído era produzido por 96 teares Crompton Knowles modelos W3 e W3A. A figura 4 mostra um esquema da planta e posições onde foram medidos os níveis de ruído.

### Análise

O ambiente contendo os teares e as áreas de costura eram altamente reverberantes. As paredes eram de blocos de concreto, o piso de concreto e o teto era uma estrutura de madeira tipo arco. A área de costura era separada da área dos teares por divisórias.

### Solução

Elementos de absorção sonora foram suspensos na estrutura do teto. Fez-se assim para reduzir o ruído reverberante e aproveitar a redução do ruído devido à distância entre a fonte e o ouvinte. Os resultados desse tratamento são mostrados na tabela IV.

Os níveis tomados na área dos teares mostram, como esperávamos, pequena redução de ruído.

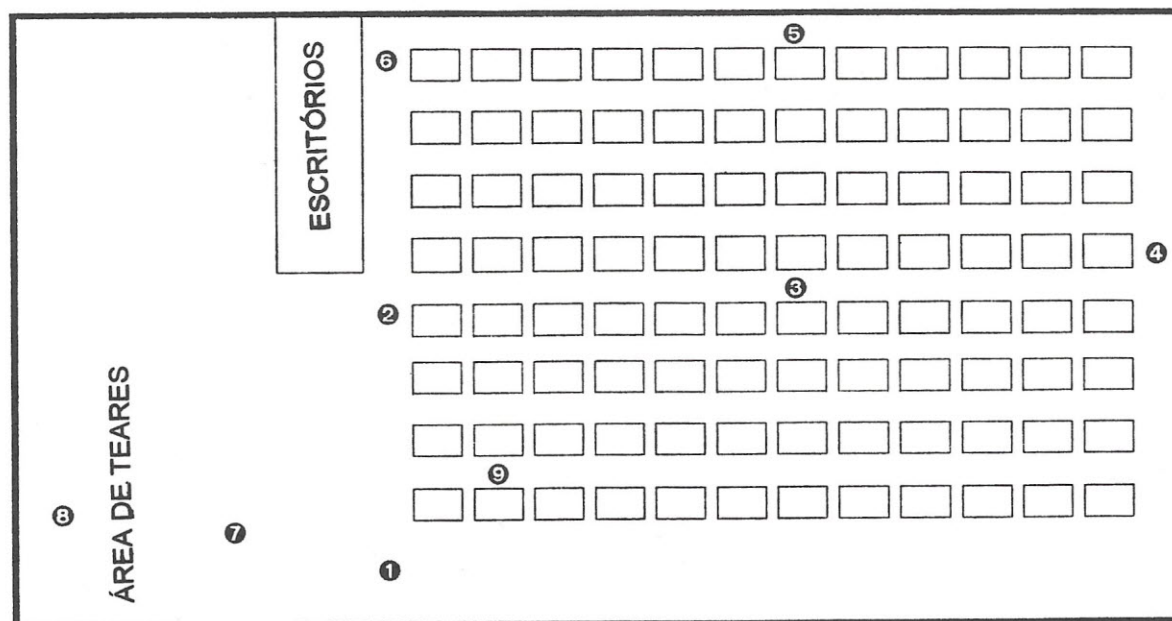


Figura 04 - Setor de tecelagem. Teares "Crompton-Knowles modelos W3 e W3A".

TABELA IV

Nível de ruído nas áreas de tear (posição 5)									
Bandas de oitava, Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dBA total
Antes	86	82	88	94	98	99	97	91	104
Após	85	81	87	41	95	97	94	88	102
Redução de ruído	1	1	1	3	3	2	3	3	2
Nível de ruído nas áreas de costura (posição 8)									
Bandas de oitava, Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dBA total
Antes	80	77	83	87	89	91	88	80	94
Após	76	71	73	77	80	82	80	75	87
Redução de ruído	4	6	10	10	9	9	8	5	7

Quando a absorção é usada da maneira indicada, uma redução de ruído maior que 3 dB nas frequências da fala não deve ser esperada.

Por outro lado, os níveis registrados na área de costura depois do tratamento indicaram um sensível queda de 9 dB nas frequências da fala. Nota-

se que o nível total foi reduzido para 87 dBA que é inferior ao critério Walsh-Healy para 8 horas contínuas de exposição.

É claro que controles adicionais são necessários para proteger os trabalhadores da área dos teares. Neste caso absorção adicional foi incluída nas as paredes e as engrenagens do aço que foram substituídas por engrenagens de nylon. O tratamento completo dos teares resultou numa redução total nas frequências da fala de aproximadamente 8 dB.

### **EXEMPLO Nº 3 ENCLAUSURANDO O EMPREGADO**

#### **Problema**

Proporcionar um escritório a prova de som em ambiente fechado para a inspeção do controle de qualidade de uma planta de uma metalúrgica.

#### **Análise**

A conversação normal e a comunicação pelo

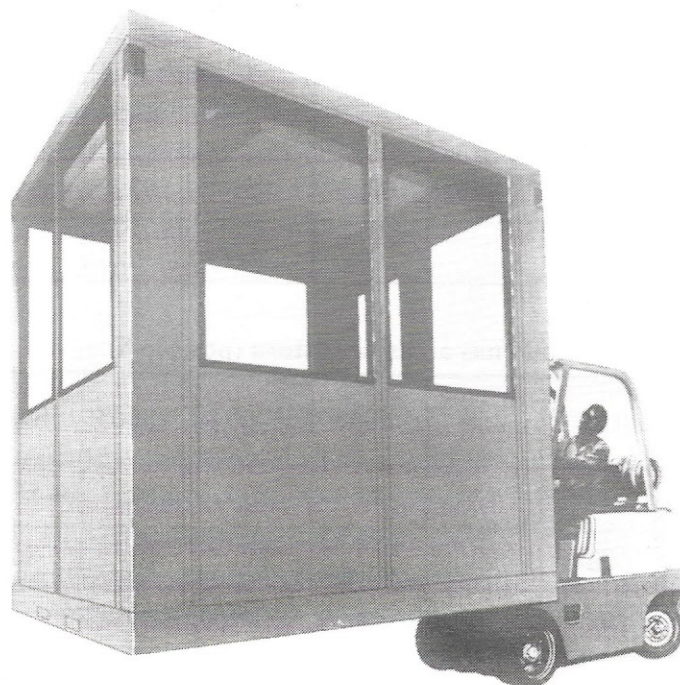
telefone eram difíceis na mesa do inspetor, que era localizada no piso da fábrica, sem estar em um compartimento fechado. Os níveis sonoros do ambiente são indicados na tabela V.

#### **Solução**

Um escritório padrão *IAC* (*All-Purpose Room*), completamente pré-montado, foi colocado por uma empilhadeira no local especificado; mesa, cadeira e de arquivos foram movidos para dentro (figura 05-b).

Os níveis de pressão sonora dentro do escritório *APR* durante a operação normal da fábrica são mostrados na tabela V.

O ambiente dentro do escritório *APR* agora permite conversação normal. O nível de interferência na comunicação verbal preferido (*PSIL*) é 38 dB contra os 70 dB anteriores. Uma redução de ruído adicional poderia ter sido conseguido usando 4" de espessura, de construção tipo "*Noise-Lock*", silenciadores "*Tranquil-Aire*" e vidro duplo na construção do *APR*, isso, no entanto, não foi necessário para essa aplicação.



**Figura 05a - Foto mostrando a sala de múltipli uso "All-Purpose Room (APR)" sendo transportada para a posição, por uma empilhadeira.**



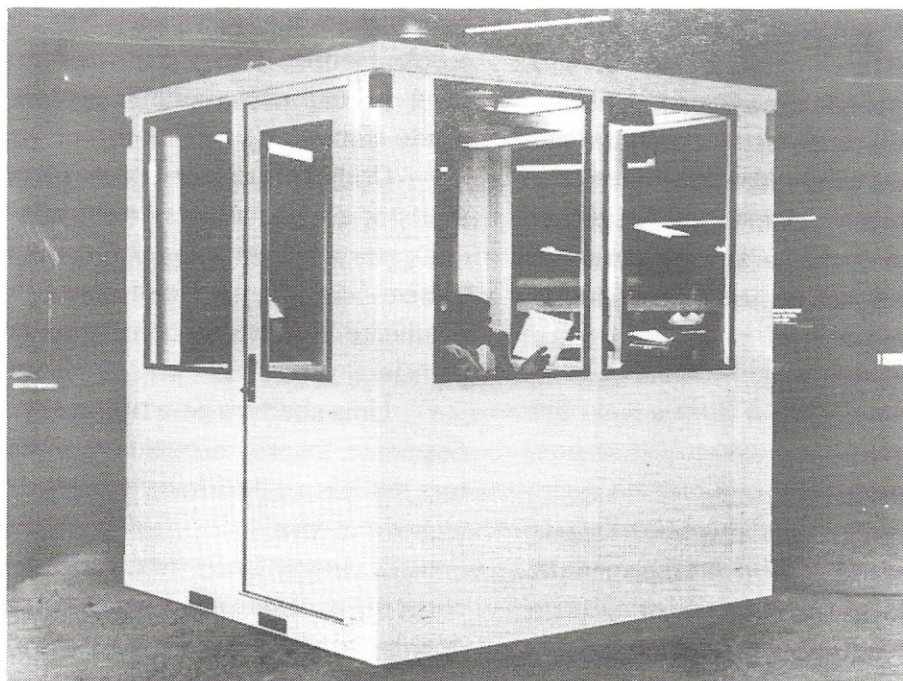


Figura 5b - Foto mostrando a sala de múltiplo uso "All-purpose Room (APR)" com mesa, cadeira e arquivos

TABELA V

Bandas de oitava, Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dBA total
Ambiente	74	72	70	69	73	68	68	60	75
Dentro do APR	56	52	48	42	37	36	32	38	46
Redução de ruído	18	20	22	27	36	32	36	22	29

#### EXEMPLO Nº 4 ENCLAUSURANDO A FONTE DE RUÍDO

##### Problema

Reduzir o nível de ruído de uma prensa automática de 100 toneladas (290-320 impactos por minuto). A medição do nível de ruído antes do tratamento indicou 99 dBA no painel de controle e 85 dBA num raio de 50 ft da prensa. Esses níveis criavam um risco a audição para os empregados nas proximidades da prensa e causavam problemas

com a comunicação nos setores adjacentes. Apesar do uso de parede absorvente na área da prensa e fornecimento de protetores auditivos para os empregados, a prensa tinha que parar periodicamente para diminuição da dose de ruído.

##### Análise

Para melhorar as áreas próximas e distantes do ambiente de trabalho, decidiu-se que a prensa deveria ser totalmente enclausurada com um sistema acústico. O critério acústico escolhido foi o de reduzir os níveis de ruído nas áreas próximas para 85 dBA.

O projeto do enclausuramento incluía um sistema de ventilação para eliminar o calor gerado internamente. Uma janela de observação foi necessária para que a operação pudesse ser monitorada. Portas de acesso foram projetadas para manutenção e ajustes de produção. Além disso, foi necessária uma abertura no enclausuramento para que fosse permitida uma contínua alimentação da prensa com tiras de aço vindas de fora.

### Solução

Uma estrutura de painéis acústicos de três lados encostada na parede da fábrica foi projetada. Media aproximadamente 13'-6" X 18'-0" X 12'-0" (altura). O quarto lado foi o teto existente. Os painéis do módulo IAC "Noishield" usados na estrutura tinham quatro polegadas de espessura e consistiam de 16 ga de painéis externos, uma superfície interior perfurada de 22 ga e preenchido

com materiais absorventes (NRC = 0,95). A absorção sonora interna é necessária para reduzir o nível de ruído reverberante gerado no espaço fechado (figura 06).

O enclausuramento foi fornecido com um exaustor e silenciadores de entrada/descarga, com duas portas "Noise-Lock" e uma janela dupla "Noise-Lock". Assim foi desenhado para ser acusticamente compatível com as paredes e teto dos painéis.

Uma abertura para tiras de aço, tratada acusticamente, foi providenciada. Consiste de uma abertura inclinada e perfurada através da qual a tira alimenta a prensa.

Usando painéis modulares, juntas padrões e conectores, o enclausuramento foi instalado por dois homens da manutenção em uma semana. A construção modular do enclausuramento também permite ser parcialmente desmontado para a manutenção da prensa principal ou para um reposicionamento, se uma mudança no "lay-out"

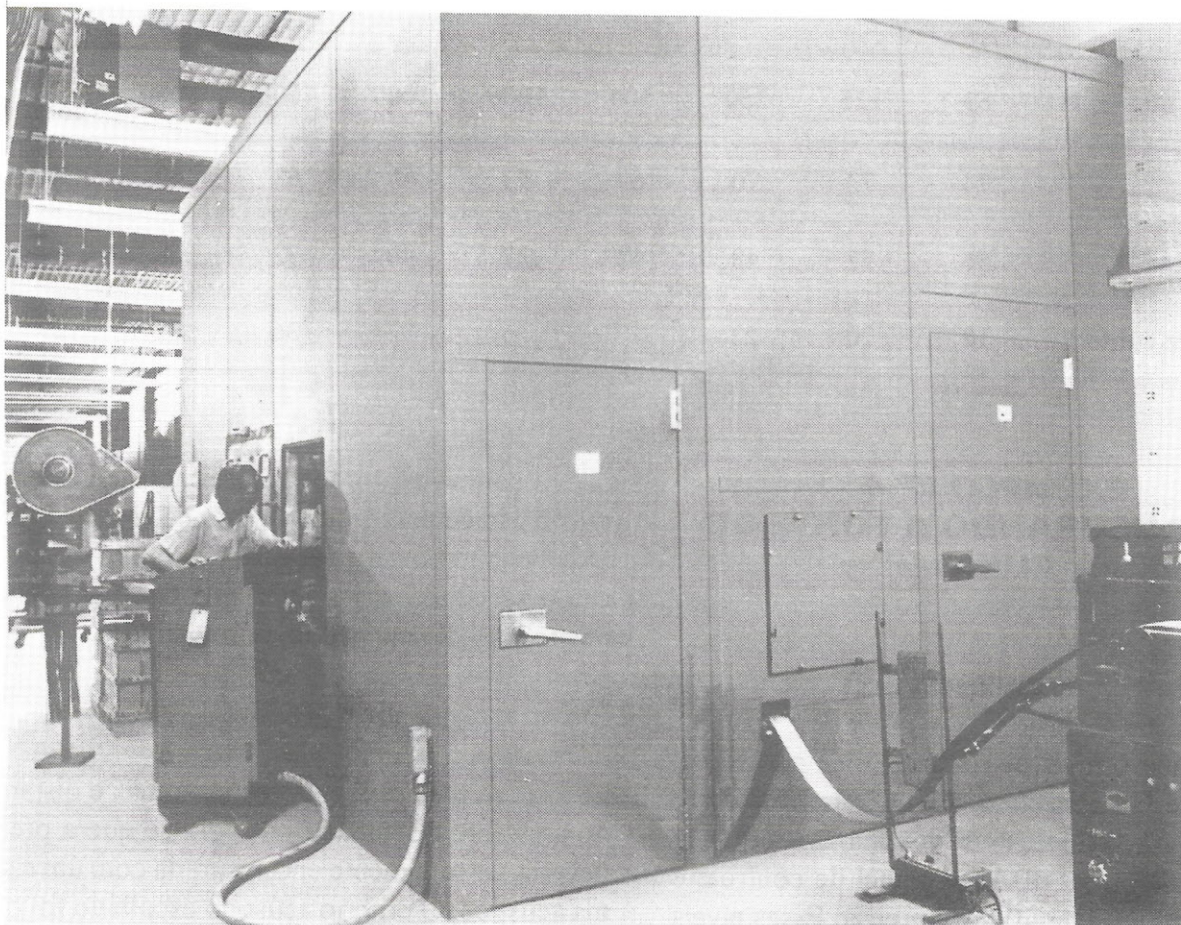


Figura 06 - O enclausuramento acústico permite ao operador da prensa posicionar-se no painel de controle externo sem qualquer desconforto ou ruído excessivo vindo da máquina.

da planta exigir.

Depois de concluído, mediu-se do nível de ruído demonstrando a eficiência do enclausuramento acústico. Seguem leituras antes e depois da instalação do enclausuramento:

Local de Medição	Antes do enclausuramento	Depois do enclausuramento
No painel de controle da prensa	99 dBA	81 dBA
a 25 ft. da prensa	93 dBA	74 dBA
a 50 ft. da prensa	86 dBA	73 dBA

A gerência notou que depois que o enclausuramento foi instalado o ambiente de trabalho foi melhorado, queixas de ruído diminuíram e a prensa foi colocada em operação contínua sem interrupções.

**EXEMPLO Nº 5  
APLICAÇÃO DE BARREIRA  
ACÚSTICA**

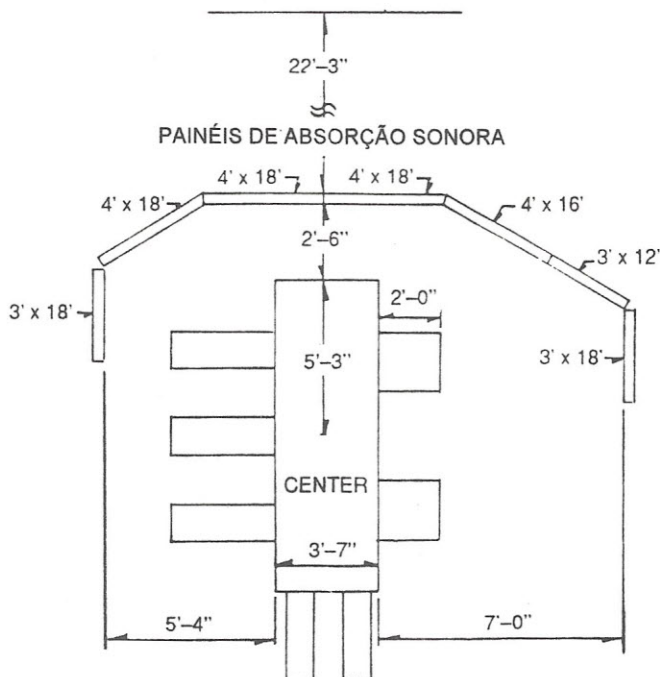


Figura 07 - Barreiras modulares e as distâncias entre a residência e o transformador.

**Problema**

Moradores de uma casa localizada a aproximadamente 30 ft. de uma subestação de transformação de energia, queixavam-se às autoridades que o ruído produzido pelo transformador interferia no seu sono.

**Análise**

Através de medições acústicas, foi determinado que o nível de ruído na residência, quando o transformador não estava operando era 58 dB (Escala-C). Quando o transformador era ligado o nível de ruído subia para 68 dBC.

Baseados nesses dados, o engenheiro selecionou 58 dB como o critério de projeto, pois reduções além desse ponto não seriam benéficas à comunidade e requeriria um custo maior de projeto.

**Solução**

Módulos "IAC Noishield" de painéis foram selecionados pelo engenheiro para construir uma parte da barreira entre o transformador e a residência. Figura 07 mostra as barreiras e as distâncias entre a residência e a subestação de transformação.

TABELA VI  
Coeficientes de Absorção Sonora

Centro das bandas de oitava Hz							
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Sem envoltório plástico	0,94	1,19	1,11	1,06	1,03	1,03	1,04
Com envoltório plástico	0,65	0,99	1,09	0,97	0,95	0,90	0,82

O módulo dos painéis foi selecionado para permitir rápida instalação sobre a estrutura construída ao redor do transformador. Os painéis foram colocados de forma que as linhas de transmissão não fossem perturbadas. Os painéis galvanizados com 4" de espessura foram fabricados de um chapa externo de 18 ga e chapa perfurada de 22 ga no lado do transformador. O enchimento de absorção sonora foi completado com um filme plástico para proteção. As propriedades de absorção sonora dos painéis determinados pelos testes de laboratório são dados na tabela VI.

As propriedades da perda de transmissão (TL) do painel "Noishield" não são afetadas pelo envoltório plástico. As perdas de transmissão pelos testes de laboratório são as seguintes:

Centro das bandas de oitava Hz	125	250	500	100	200	400	800
Perda de transmissão (TL), dB	23	30	42	51	59	58	58

A absorção sonora dos painéis tende a reduzir a reverberação do ruído refletido, e reduz a reflexão do ruído para o exterior pelo lado aberto.

A qualidade da perda de transmissão dos painéis indica a redução da passagem de ruído através da barreira. A barreira mais alta fornece mais efetiva redução de ruído total, diminuindo a defração dos raios acústicos na borda superior da barreira acústica. Neste caso o engenheiro selecionou a altura da barreira de aproximadamente 18'-0", para atenuação da ordem de 20 dB, no entan-

to, isto seria limitado pelo nível do ambiente que era 58 dB e pela meta do desenho, como anteriormente mencionado. Níveis de ruído em banda de oitava foram registrados na residência antes e depois da instalação. Os resultados são os seguintes:

Frequência	Antes	Depois
Escala-C	68 dBC	58 dBC
125 Hz	68 dB	58 dB
250 Hz	60 dB	51 dB
500 Hz	56 dB	47 dB

Isso indica que a meta do projeto de redução do nível de ruído do transformador no ambiente da residência foi alcançado.

### EXEMPLO Nº 6 SILENCIADORES PARA REDUÇÃO DE RUÍDO DOS VENTILADORES

#### Problema

As caldeiras de vapor ao ar livre em Winston-Salem, N.C., da companhia R.J. Reynolds têm ruído excessivo gerado pelo ar de alimentação dos exaustores para as caldeiras e dos ventiladores da unidade dos queimadores.

#### Análise

O uso dos silenciadores para minimizar o ruído na entrada dos exaustores e ventiladores foi

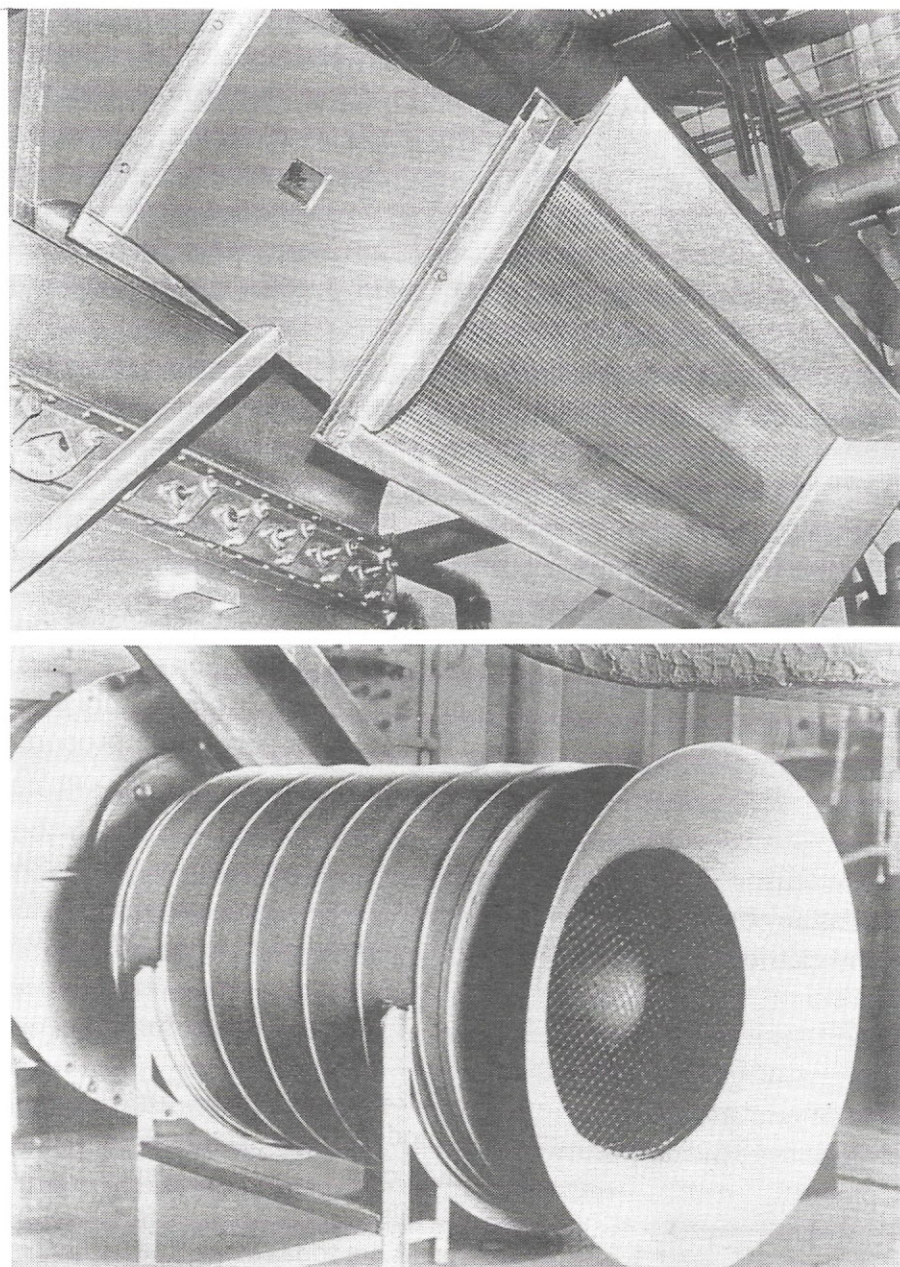
considerada. A presença do silenciador impõe uma perda de carga no exaustor. Através de uma análise cuidadosa do sistema foi avaliado que até a condição de operação máxima, o exaustor centrífugo podia manter uma perda adicional de 0,9" de H<sub>2</sub>O e perda disponível para o exaustor de ar foi 0,25" de H<sub>2</sub>O.

### Solução

Em seguida, foi necessário selecionar uma configuração de silenciadores que fosse compatível com as entradas de ar do exaustor e do ventila-

dor assim como os arredores do equipamento. Um silenciador modelo "3PL" retangular 24" X 72" "IAC Power-FLOW" foi escolhido para o exaustor centrífugo. O silenciador proporcionou a performance acústica requerida com perda de pressão satisfatória. A seção transversal desse silenciador "Power-FLOW" em particular está facilmente unida com o duto de entrada do exaustor.

Um silenciador modelo "16 PCL" 36 tubular "Power-FLOW" foi escolhido para o uso com o exaustor de ar circular, a forma circular foi facilmente adaptada para combinar com a entrada do



**Figura 08 - Fotos mostram silenciadores IAC na planta da R. J. Reynolds. Acima silenciador retangular para exaustor centrífugo. Abaixo silenciador tubular para exaustor circular**

exaustor. A performance acústica e aerodinâmica exigidas para o silenciador foram cuidadosamente examinadas na seleção dos silenciadores (figura 08).

**Resultados**

Silenciadores para um sistema de exaustor foram instalados e testes acústicos foram conduzidos. Com os silenciadores instalados, não havia diferença nos níveis de ruído com ou sem os exaustores estar em operação. Com o resultado desses testes, silenciadores foram instalados em três ou-

tros sistemas de caldeiras.

**Medições dos Níveis de Ruído**

A tabela VII mostra as medições dos níveis de ruído nas vizinhanças da caldeira de vapor, tanto antes como depois de instalados os silenciadores "IAC Power-FLOW". Por causa das fontes de ruído externas, não foi possível medir a efetividade total dos silenciadores. Os níveis de pressão sonora residuais medidos durante a operação da caldeira são portanto indicativos tanto do silenciador como das fontes de ruído do ambiente.

TABELA VII  
 Comparações dos níveis de ruído antes e depois da instalação das unidades de silenciadores "IAC Power-FLOW"

Freqüência média das bBandas de oitava, Hz	106	212	425	850	1700	3400	6900
Nível de pressão sonora sem silenciador, dB	92	90	94	94	93	88	84
Nível de pressão sonora residual, dB	83	84	84	82	80	75	68
Perda de inserção dinâmica do sistema, dB	9	6	10	12	13	13	16

**EXEMPLO Nº 7  
 ENCLAUSURANDO O EMPREGADO**

**Problema**

Proporcionar um ambiente acústico condicionado para empregados nas salas de observação e controles adjacentes a um forno elétrico.

**Análise**

Uma análise das bandas de oitava da fonte de ruído proporcionou à administração indicar os seguintes níveis de ruído de pico:

Bandas de oitava	1	2	3	4	5	6	7	8
Nível (dB)	117	120	119	119	118	115	111	100

Nenhum dado das Escalas-A, B, ou C foram tomados; através de cálculos esses níveis se aproximaram na Escala-A de uma leitura de 123 dBA.

O objetivo do projeto era proporcionar um ambiente para a sala de controle com 90 dBA ou menos.

Um inesperado problema de projeto foi fornecer uma estrutura que pudesse resistir às altas temperaturas associadas com a operação do forno.

**Solução**

Utilizando o projeto "Noise-Lock" de um painéis modulados IAC, uma sala de controle foi construída com as dimensões aproximadas de 8 X 15 X 8 ft (altura). Janelas "Noise-Lock" foram providenciadas em todas as paredes. Silenciadores de ventilação e de exaustão foram construídos dentro da parede e dos painéis do teto.

Depois que o enclausuramento foi instalado, o nível de ruído medido dentro da sala de controle foi de 86 dBA.

Para resolver o problema de alta temperatura foram tomados os seguintes passos:

- (1) Vidro “IRR” reflexivo ao calor e temperado foi usado. O vidro foi instalado com cantoneiras de metal e fixadores de borracha para altas temperaturas.
- (2) Perímetro duplo de borracha de silicone foi providenciado para vedação das portas do pessoal.
- (3) Juntas e conectores foram fixados com silicone de alta temperatura.
- (4) O exterior da sala de controle foi pintado com uma tinta de alumínio reflexiva e resistente ao calor.
- (5) Um ar-condicionado elétrico portátil de 12500 BTU foi instalado dentro da sala de controle. Um sistema de ventilação independente de 300 cfm também foi instalado para trazer ar fresco à sala. Este sistema possuía silenciadores na entrada e na exaustão do ar.

### EXEMPLO Nº 8

Um morador de uma residência, cerca de 2000 ft de distância de uma fábrica de tinta, queixava-se do ruído aparentemente gerado por 64 ventiladores.

Análises do ruído na residência indicaram um nível de ruído de pico de 62 dB a 149 Hz devido as características da frequência das pás dos ventiladores de fluxo axial usados.

Testes indicaram que o ruído irradiado era gerado pelos ventiladores através da parte superior da sua carcaça.

A solução foi silenciadores colocados em pilha, o qual consistia de 28 in de diâmetro, 12 ft de comprimento, e o lado de fora consistindo de metal perfurado de chapa grossa. Quatro silenciadores foram construídos numa tentativa inicial. Mais sessenta foram instalados subsequentemente. Um desses silenciadores é mostrado na figura 09 sendo instalado por um helicóptero.

Esses quatro silenciadores reduziram o nível em 14dB na frequência crítica de 149 Hz e o nível total de 10 dB. O ruído não pode mais ser detectado na residência.

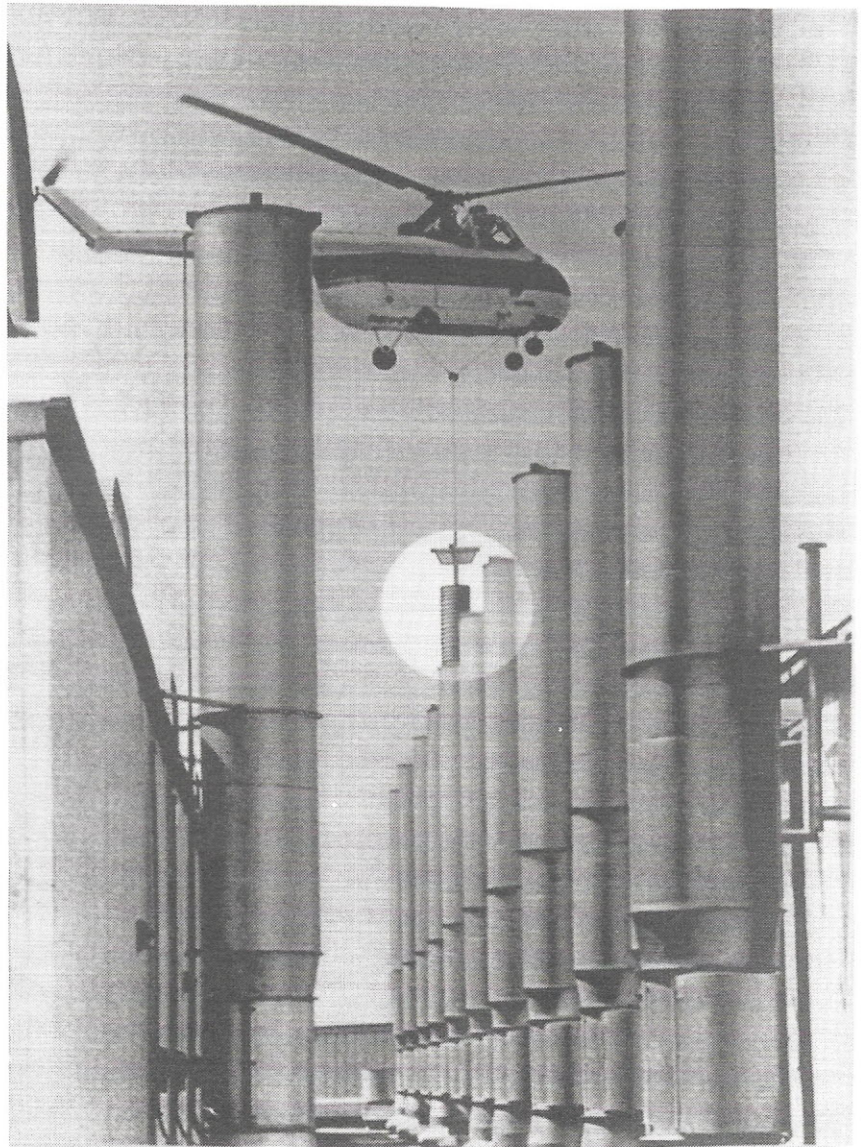


Figura 09 - Foto mostra um dos 64 silenciadores sendo instalado de helicóptero

**EXEMPLO Nº 9**

O problema era providenciar uma sala de controle a prova de som para uma bancada de teste de motores jatos. A sala de controle está localizada aproximadamente 40 ft do nariz do motor jato, e foram medidos níveis de ruído da ordem de 106 dBA neste local.

Sem uma sala adequadamente isolada, níveis internos de ruído eram superiores aos limites de conservação de audição, e eles, ainda, não podiam ter uma comunicação verbal normal.

A estação de trabalho foi usada como um escritório da tripulação para controle do suprimento

de água e da temperatura durante outros testes de avião.

A solução foi uma sala de controle (figura 10) medindo 6'X 8'X 8'-10". Incluindo teto, sistema de ventilação e ar condicionado tratado acusticamente.

O nível de pressão sonora medido dentro e imediatamente fora da sala de controle são mostrados na tabela VIII.

A sala de controle reduziu o nível de ruído bem abaixo do limite de risco à audição, e também permitiu a conversação normal devido ao nível total alcançado de 65 dBA.

TABELA VIII  
Redução de Ruído da sala de controle APR em um aeroporto

Nível de pressão sonora, dB	Frequência central das bandas de oitava, Hz								dBA
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Fora da sala	101	100	97	98	102	100	96	97	106
Dentro da Sala	82	79	63	56	51	43	35	32	65
Redução do Ruído	19	21	34	42	51	57	61	55	41

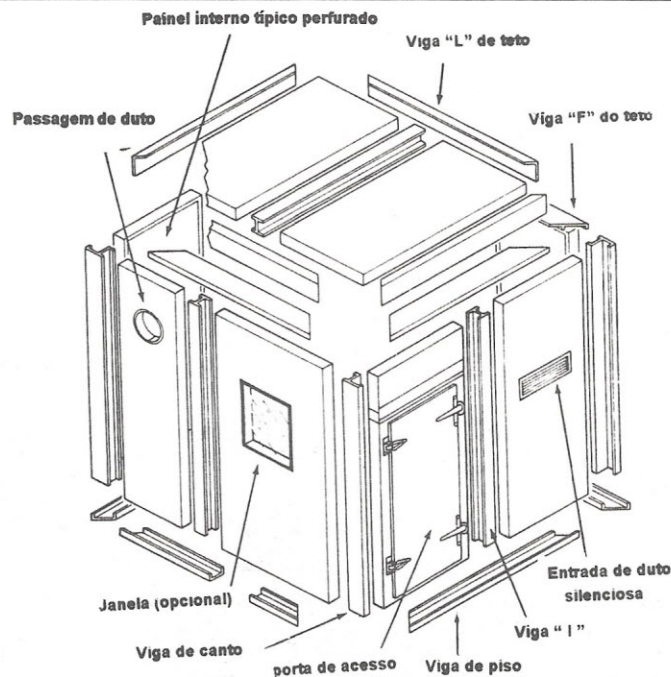


Figura 10 - Perspectiva do enclausuramento. Os detalhes são suficientes para aqueles que preferem construir seus próprios enclausuramentos de controle de ruído

Este trabalho foi traduzido pelo aluno do curso de Engenharia Mecânica da UFSC, Fabiano Reikdal Lima e revisado pela aluna de graduação de Letras, Heloisa Helena de Faria junto com o Prof. Samir N. Y. Gerges.



# PLANO DIRETOR DE RUÍDOS NA INDÚSTRIA MULTI-TAREFA

MARCOS V. MEDURI

*RHODIA S.A*

*Av. Maria Coelho de Aguiar, 215, Bl. B,  
3º andar, CEP. 05804-900 São Paulo, Brasil*

SYLVIO R. BISTAFA

*Departamento de Engenharia Mecânica*

*Escola Politécnica da USP, C.P. 61548  
CEP. 05508-900, São Paulo, Brasil*

## INTRODUÇÃO

A Rhodia preocupada com a integridade auditiva de seus funcionários decidiu implantar planos diretores de ruído em suas diversas unidades a fim de priorizar e buscar soluções tecnológicas para seus problemas de acústica industrial. Atualmente a empresa tem controlado, de forma bastante rígida, possíveis perdas auditivas através de exames audiométricos periódicos em seus funcionários e, como política preventiva, obriga o uso de protetores auriculares durante a jornada de trabalho. Entretanto, se tais medidas colocam a empresa em conformidade com a Legislação, como política interna a empresa tem metas muito mais ambiciosas: baixar, a medio prazo, os níveis de exposição equivalente contínuo para 80 dB(A) em todas suas unidades.

## 1. METODOLOGIA

### 1.1. Generalidades

Para buscar a meta de redução de ruído, as seguintes medidas iniciais foram tomadas:

- i. firmou-se um convênio de cooperação tecnológica com a USP para condução conjunta das medições, priorizações e busca de soluções;
- ii. montou-se um laboratório de acústica com a aparelhagem necessária para condução dos trabalhos. Tal laboratório dispõe inicialmente de: dosímetros, medidores de nível de pressão sonora, tubo de impedância, gerador de sinais acústicos, amplificador, sondas de intensimetria e analisador de sinais de dois canais;
- iii. engajaram-se os funcionários em nossa meta a fim de obtermos colaboração dos mesmos durante os trabalhos de dosimetria.

Sendo a Usina Têxtil de Santo André a que mais problemas de ruído apresenta, a empresa decidiu

iniciar a implantação de um plano diretor nesta unidade. Uma vez que neste local a Rhodia tem as mais diversas atividades fabris, decidiu-se pela subdivisão da unidade em sub-conjuntos, tomando-se como critério de divisão o tipo de atividade desenvolvido em cada célula.

Apesar de dentro do Programa Rhodia de Conservação Auditiva realizarem-se dosimetrias em 100 % dos funcionários, no trabalho em questão, trabalhamos com amostras dosimétricas dos diversos grupos de trabalho utilizando o critério de GHE (Grupo Homogêneo de Exposição). Desta forma foi possível obter de maneira bastante rápida, uma avaliação eficaz e econômica de doses de ruído a que um trabalhador está exposto durante sua jornada de trabalho numa determinada área.

Um GHE é um conjunto constituído por  $N$  pessoas, ( $N \geq 1$ ) que realizam, a priori, as mesmas tarefas típicas, e que estão expostas aos mesmos eventos ruidosos durante a jornada diária de trabalho. Desta forma, tanto uma pessoa que trabalha sozinha numa determinada tarefa cotidiana, como um grupo de pessoas que realizam um mesmo conjunto de tarefas, podem constituir-se num GHE.

As diversas amostras obtidas para os diversos

GHEs são então tratadas segundo uma distribuição lognormal, cujos valores de média, desvio padrão e probabilidades são determinados por um método do tipo BOOTSTRAP [1].

As amostras foram tratadas com intervalos de confiança de 95% calculando-se a média e desvio padrão conforme o anexo B (Évaluation du Niveau de Pression Acoustique Continu Équivalent Pondéré a d'une Ambiance Sonore par Échantillonnage) da NF S 31-084 [2].

A confiabilidade da amostragem, segundo a distribuição lognormal, é feita segundo o teste de Shapiro-Wilk [3].

O Grupo Rhône-Poulenc desenvolveu um aplicativo ALEX (Analyse Lognormale des Expositions) [4] que faz automaticamente todo tratamento estatístico das amostras.

### 1.2. Trabalho de Dosimetria

A NR-15 [5] estabelece que, durante a jornada de trabalho de 8 horas, o nível de exposição sonora tem patamar de 85 dB(A), com fator de troca  $q = 5$ , isto é, para cada acréscimo de 5 dB(A) o tempo permitido de exposição cai pela metade. Podemos então expressar o tempo máximo de exposição de um indivíduo a um nível de ruído contínuo (L), através da expressão :

$$T_{\max} = \frac{8}{2^{(L-85)/q}} \text{ horas} \quad (1)$$

Estando os funcionários expostos aos mais variados níveis de exposição sonora durante sua jornada de trabalho, adotamos como critério de avaliação, o conceito de dose [5]:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad ; \quad (2)$$

onde  $C_i$  indica o tempo em que um trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico que é limitado a um tempo  $T_i$  pela legislação.

Assim, toda vez que  $D$  exceder a unidade o nível de exposição estará acima do limite de tolerância.

Optamos ainda por executar as medições sempre no primeiro turno (das 6h00 às 14h00) por ser este considerado o mais crítico em termos de ruído. Outra decisão importante nas medições foi a inclusão do período do almoço nas dosimetrias pois, neste, os funcionários permanecem, em sua maioria, dentro das instalações fabris.

O diagnóstico probabilístico realizado pelo ALEX constitui-se no cálculo do chamado nível equivalente médio do GHE para uma jornada de trabalho de 8 horas. Define-se como nível equivalente médio aquele nível que, caso ocorresse continuamente durante a jornada, provocaria uma dose igual a aquela produzida pelos eventos reais atuantes no mesmo período. O nível equivalente pode ser obtido através da relação :

$$Leq = 85 - 16.6 \lg(100 / \text{Dose Projetada}) \text{ dB(A)} \quad (3)$$

Por outro lado a dose projetada pode ser obtida com o conhecimento do nível equivalente através da relação :

$$\text{Dose Projetada} = \frac{100}{2^{(85 - Leq) / q}} \% \quad (4)$$

No caso em que o trabalhador permanece no ambiente de trabalho num tempo  $T_d$  inferior a 8 horas, o nível equivalente pode ser calculado pela relação :

$$Leq = Leq(T_d) + 10 \lg(T_d / 8) \text{ dB(A)} \quad (5)$$

Nos casos onde não validou-se o teste de confiabilidade das amostras partiu-se para a redefinição do GHE.

### 1.3. Trabalho de Intensimetria a Ser Desenvolvido

Como etapa preliminar buscamos basicamente levantar a existência de atividades onde o trabalhador estivesse exposto frequentemente a ruídos de impacto, além de um levantamento macro dos níveis de pressão sonora máximos que ocorrem no trajeto normal de trabalho para as diversas funções. Nos

locais onde verificamos a ocorrência de níveis acima dos aceitáveis faremos, numa segunda etapa, a identificação das fontes sonoras críticas utilizando-se a sonda de intensimetria.

## 2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Para cada área auditada dentro das unidades foram apresentados como resultados:

- nível médio de exposição do GHE e desvio padrão com intervalo de confiança de 95 %, calculados conforme norma NF S 31-084;
- descrição típicas das atividades dentro do GHE;
- doses Projetadas com nível de corte de 80 e 85 dB(A) e fator de troca  $q = 5$ ;
- ocorrência ou não de níveis de pressão sonora maiores que 115 dB(A) para caso contínuo ou 130 dB(Linear) para ruídos de impacto, conforme NR-15 da CLT.

## 3. CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO

Neste ponto entra-se num campo bastante subjetivo uma vez que frequentemente nos deparamos com a seguinte situação: que caso é prioritário, vinte indivíduos submetidos a Dose 120 % ou cem a 105% ?

O grande problema é que não existem critérios universalmente aceitos para estabelecimento de prioridades. Desta forma, numa primeira etapa, não foram considerados locais onde os GHE's estão expostos a  $Leq$  inferiores a 85 dB(A), que é o limite estabelecido pela NR-15 da CLT.

Para os locais onde tal limite é ultrapassado tomamos como critérios de priorização :

1. locais em que os trabalhadores estejam continuamente submetidos a ruídos de impacto acima do limite mencionado;
2. estabelecimento de um índice de super-exposição sonora (ISE) que levasse em conta não só o nível de ruído como também o número de pessoas expostas.

Desta forma para um GHE composto de  $N$  funcionários submetidos a  $Leq > 85$  dB(A) o índice de super exposição total é dado por:

$$ISE_{GHE} = N(8 - T_{max}) \quad (6)$$

## 4. CONCLUSÕES

Assim, para os diversos ISEs das unidades, priorizamos, numa primeira etapa, os locais onde iniciaremos os trabalhos de abatimento de ruído. Esta priorização levou em conta, o valor dos ISEs e a percentagem de indivíduos super expostos dentro de cada unidade.

Em paralelo, tendo-se em mãos os dados de intensimetria, uma série de pequenas intervenções poderão ser implantadas para os casos em que as soluções são de simples execução, baixo custo e tecnologicamente conhecidas.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] The jackknife, the BOOTSTRAP, and other resampling plants.  
NSF 38 - SIAM - Philadelphia PA 1982
- [2] Association Française de Normalisation NF S 31-084  
Méthode de mesure des niveaux sonores en milieu de travail en vue de l'évaluation du déposition sonore quotidienne des travailleurs
- [3] An analysis of variance test for normality  
Biometrik 52 : 591-611 (1965)  
Shapiro SS Wilk M.B.
- [4] Evaluation de L'Exposition Professionnelle au Bruit  
Rhone Poulenc Industrialisation Doc.5H2001
- [5] Norma Regulamentada NR-15.  
Anexos 1 e 2 da Lei N 6514  
22 de dezembro de 1977 da CLT

# DICAS PARA CONTROLE DE RUÍDO

Parte I

STING INGEMASSON

*Professor da Universidade de Tecnologia Chalmers, Suécia*

## RESUMO

Professor Stig Ingemasson é um 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 por "Swedish Work Environment Fund" e o Sincicato Suéco dos Trabalhadores. O livro foi traduzido em Inglês e publicado por Brüel & Kjaer e pelo Departamento dos Trabalhadores do governo dos Estados Unidos.

Este artigo é composto de 4 partes; as partes II, III e IV serão publicadas nas próximas edições.

---

## 1- AS REPETIÇÕES LENTAS GERAM BAIXAS FREQUÊNCIAS, AS REPETIÇÕES RÁPIDAS GERAM ALTAS FREQUÊNCIAS

---

O ruído produzido através de repetições de forças, pressões e/ou velocidade é gerado em frequências relacionadas aos intervalos de tempo entre essas repetições. Quanto mais longo o tempo entre as repetições, mais baixa a frequência do ruído gerado.

### *Princípio*

A exaustão de um rebocador de motor diesel com baixa rotação por minuto (RPM), produz um ruído de baixa frequência. O ruído de uma lancha com motor de alta rotação produz som de alta frequência.

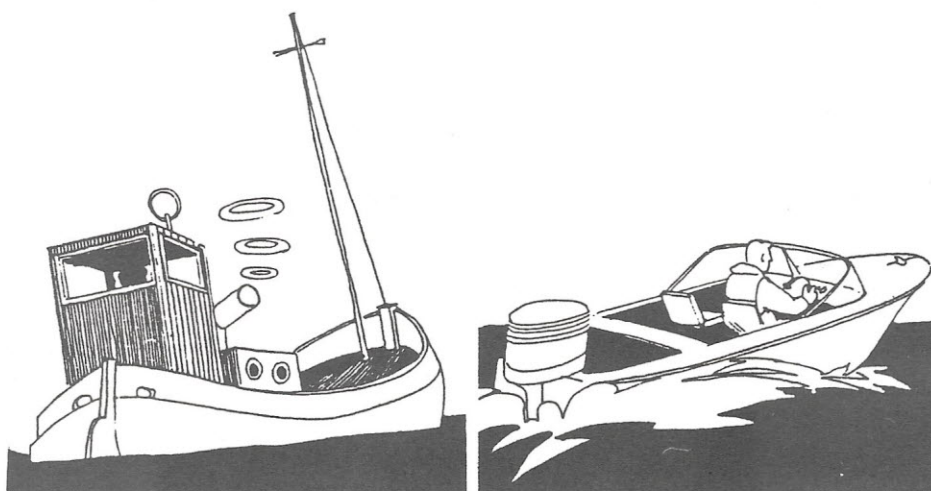


Figura 1a:

### Exemplo

Consideremos duas engrenagens com o mesmo diâmetro e a mesma velocidade de rotação, mas em que uma tem o dobro de dentes da outra (figura 1b). Aquela tem duas vezes mais contatos por segundo emitirá um ruído cuja frequência será o dobro da outra. Ruído de baixa frequência é mais difícil de ser tratado acusticamente.

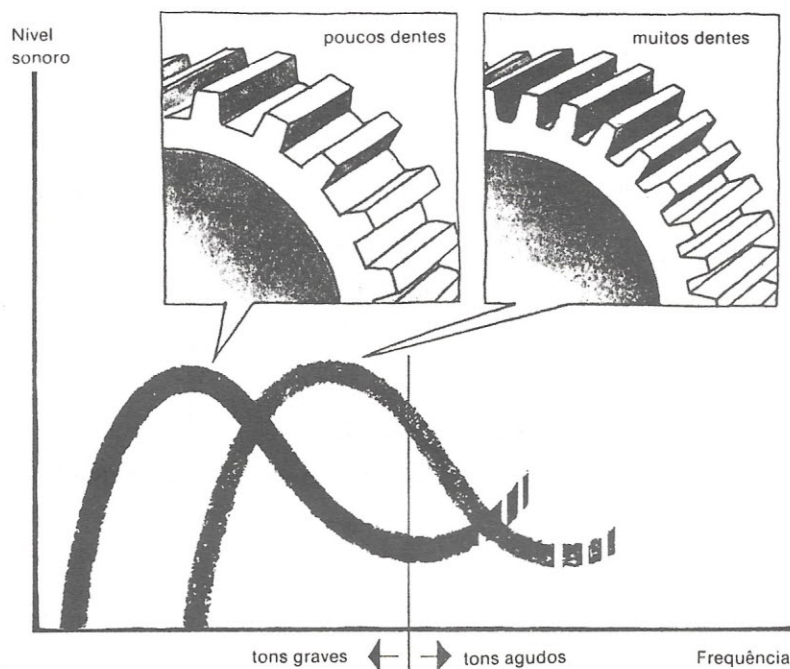


Figura 1b:

---

## 2- OS SONS DE BAIXA FREQUÊNCIA CONTORNAM OS OBSTÁCULOS E PASSAM PELAS ABERTURAS

---

Ruído de baixa frequência irradia de maneira quase igual em todas as direções. Contorna os obstáculos e passa através das aberturas sem perda de sua intensidade. Ele irradia de novo a partir destas mesmas aberturas e destes mesmos obstáculos em todas as direções como se fosse uma nova fonte (figura 2a).

É por isso que as barreiras e as divisórias são pouco eficazes na luta contra sons de baixas frequências, exceto se forem de dimensões muito grandes.

**Exemplo**

Consideremos um compressor de motor diesel. Ele dá origem a níveis sonoros elevados em baixas frequências, mesmo que sejam equipados com enclausuramento parcial ou anteparos para reduzir o ruído na entrada de ar de refrigeração, pois o ruído propaga-se facilmente pelas fendas e aberturas (figura 2b).

**Solução**

Para tornar o compressor mais silencioso é preciso montar um enclausuramento bem fechado que suprima as fugas de ar e do ruído (figura 2c).

O enclausuramento pode ser projetado com parede dupla e dutos revestidos com materiais absorvente (silenciadores). O ar necessário para o compressor e para a refrigeração passa por estes dutos. O silencioso de escape encontra-se também no interior do enclausuramento. Todos os painéis e as janelas devem ser perfeitamente vedados.

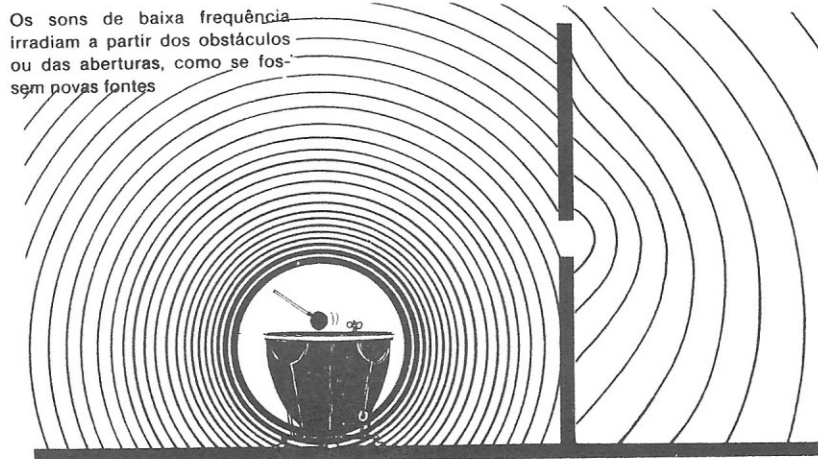


Figura 2a:

Fig. 7.31

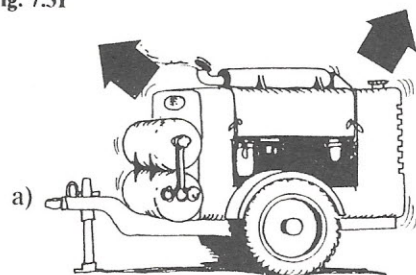
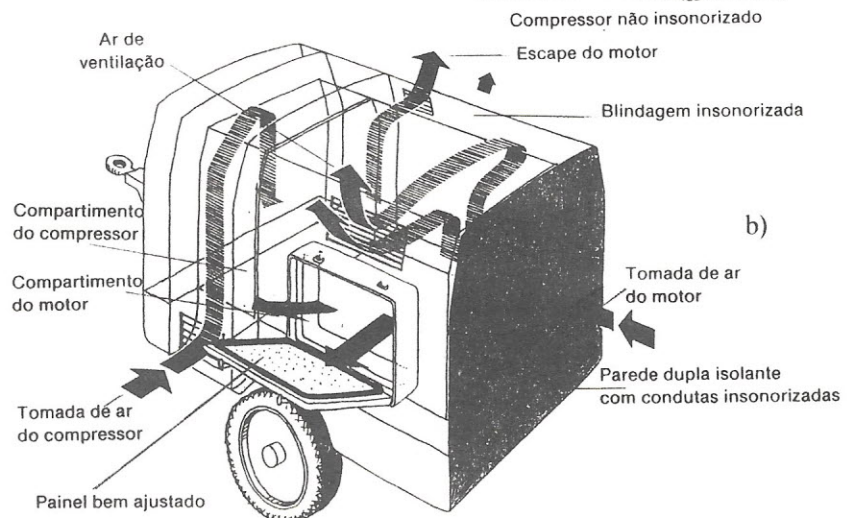


Figura 2b



Figurae 2c

### 3- O RUÍDO DE ALTA FREQUÊNCIA PROPAGA-SE EM TODAS AS DIREÇÕES E É FACILMENTE REFLETIDO

O som de alta frequência, gera um nível sonoro elevado em certas direções e um nível mais baixo em outras. Pode ser refletido por superfícies rígidas, da mesma maneira que a luz é refletida por um espelho, e passa através das aberturas de um painel como um feixe, sem ser difundido para os lados (figura 3a) ou seja, não contorna os obstáculos e, como consequência, os anteparos são eficazes para a proteção de ruído de altas frequências.

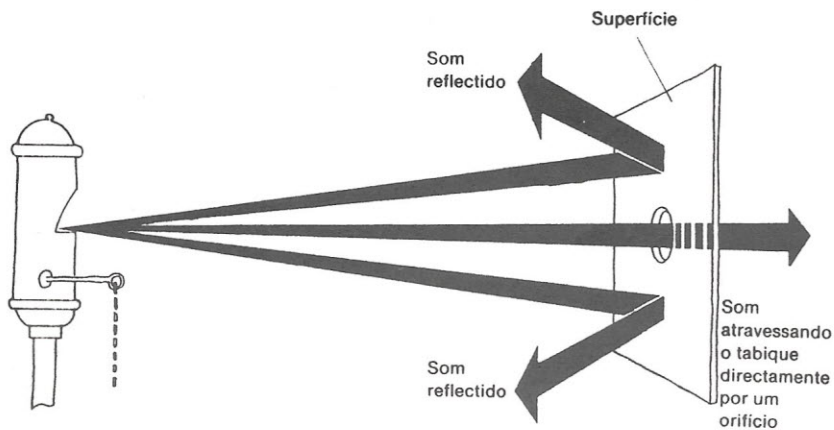


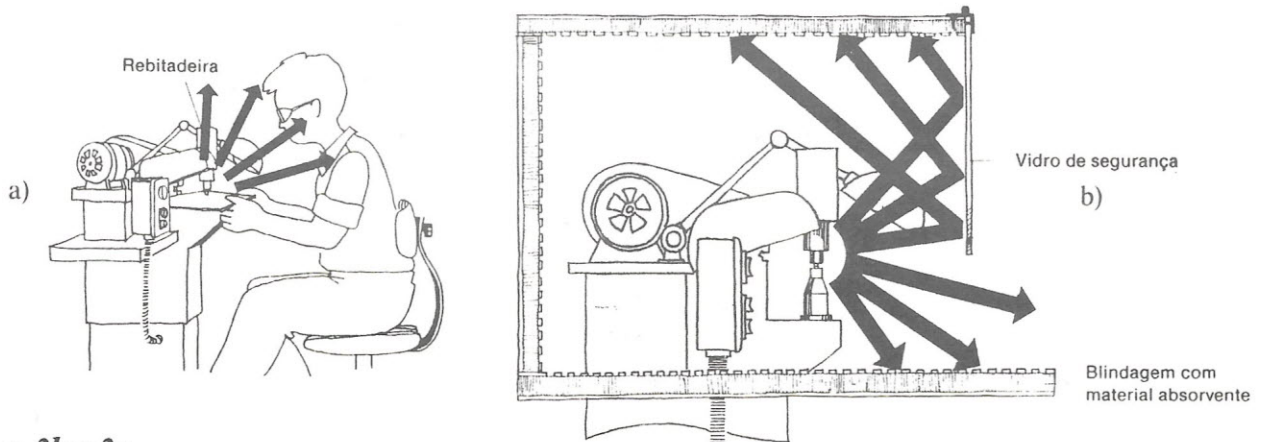
Figura 3a:

#### Exemplo

O ruído produzido por um certo número de operações industriais, como a estampagem, martelagem, rebitagem e outras formas de impacto, são normalmente ruídos de altas frequências, cujos níveis atingem diretamente o ouvido causando danos (figura 3b).

#### Solução

O enclausuramento com uma abertura de acesso e um vidro de segurança protege o operador do ruído (figura 3c). As reflexões sonoras provenientes do vidro de segurança e grande parte do som difundido em outras direções, são absorvidas por um material apropriado. Pela abertura de acesso passa ainda ruído, mas sem atingir diretamente os ouvidos do operador.



Figuras 3b e 3c

#### 4 - NAS PROXIMIDADES DA FONTE, O RUÍDO DE ALTA FREQUÊNCIA É MAIS INCÔMODO QUE O RUÍDO DE BAIXA FREQUÊNCIA

O ouvido é mais sensível às altas frequências do que às baixas frequências. Do mesmo modo, para provocar o mesmo dano, um ruído de baixa frequência deve ter um nível sonoro muito mais elevado que um ruído de alta frequência. Em certos casos, é possível reduzir o ruído de uma fonte próxima deslocando a energia sonora dominante para as baixas frequências.

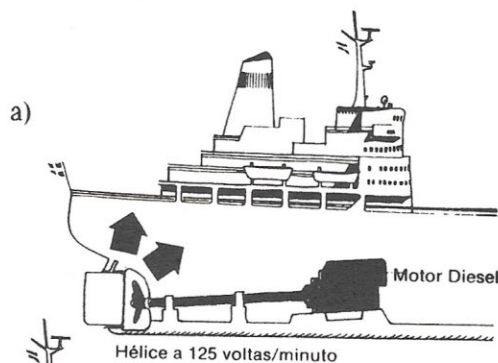
##### *Exemplo*

Seja um barco onde a hélice, que gira com a mesma velocidade que o motor (125 RPM), é a principal fonte do ruído (figura 4a).

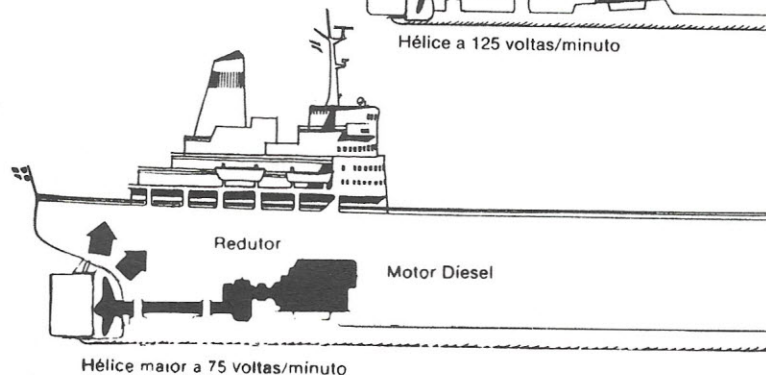
##### *Solução*

Adaptando-se uma hélice maior que gira, por intermédio de um redutor, a uma velocidade mais lenta, reduzem-se as frequências dominantes e diminui-se o ruído (figura 4b).

**Figura 4a**



**Figura 4b**





## 5- LONGE DA FONTE, O RUÍDO DE ALTA FREQUÊNCIA É MENOS INCÔMODO QUE O RUÍDO DE BAIXA FREQUÊNCIA

Ruído de alta frequência tem maior atenuação por absorção do ar, especialmente para longa distância de propagação. A absorção do ar é maior nas altas frequências.

### Exemplo

O ruído de baixa frequência de ventiladores industriais incomoda os moradores de um bairro residencial afastado (figura 5a). As altas frequências são atenuadas no trajeto.

### Solução

Os ventiladores devem ser substituídos por modelos possuindo uma maior número de pás que deslocam as principais fontes de ruído para as altas frequências (figura 5c). Os tons de frequências mais elevados são suficientemente absorvidos pela atmosfera e a emissão de sons de baixa frequência é suprimida.

Figura 5a

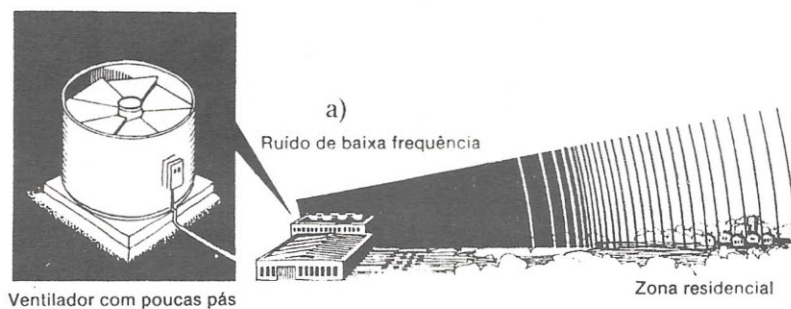
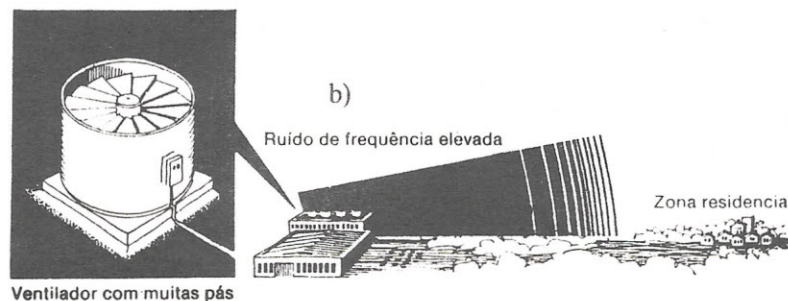


Figura 5b:



## 6 - AS FONTES SONORAS DEVEM SER AFASTADAS DAS SUPERFÍCIES REFLETORAS

### Exemplo

Suponhamos uma oficina com um certo número de máquinas-ferramentas dispostas em quatro filas, duas delas junto às paredes (figura 6). Esta disposição aumenta o ruído gerado das máquinas colocadas junto às paredes.

### Solução

As máquinas originalmente colocadas junto às paredes são colocadas ao lado das outras em duas filas (figura 6). O ruído global diminui.

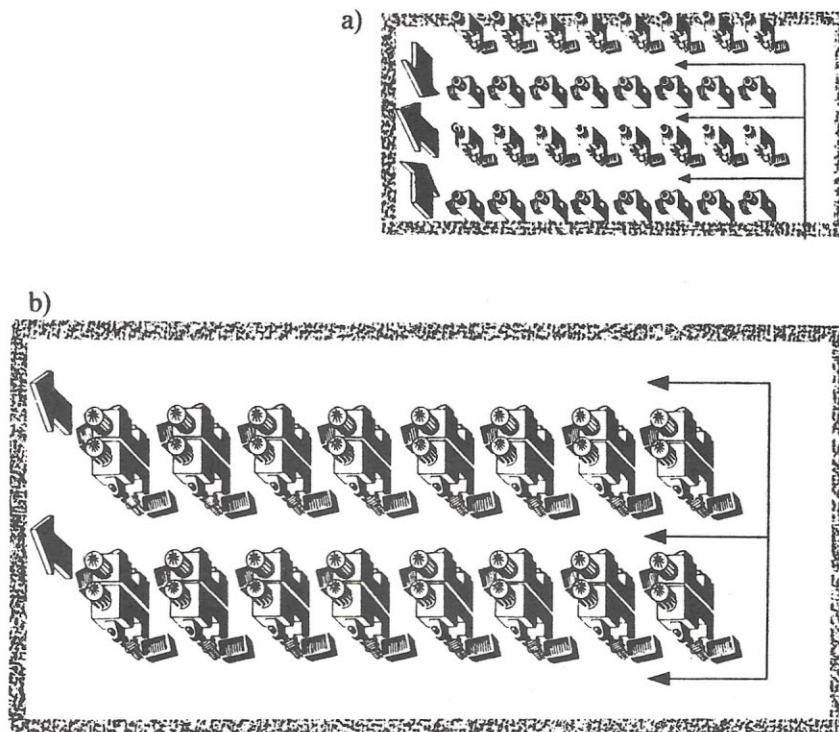


Figura 6:

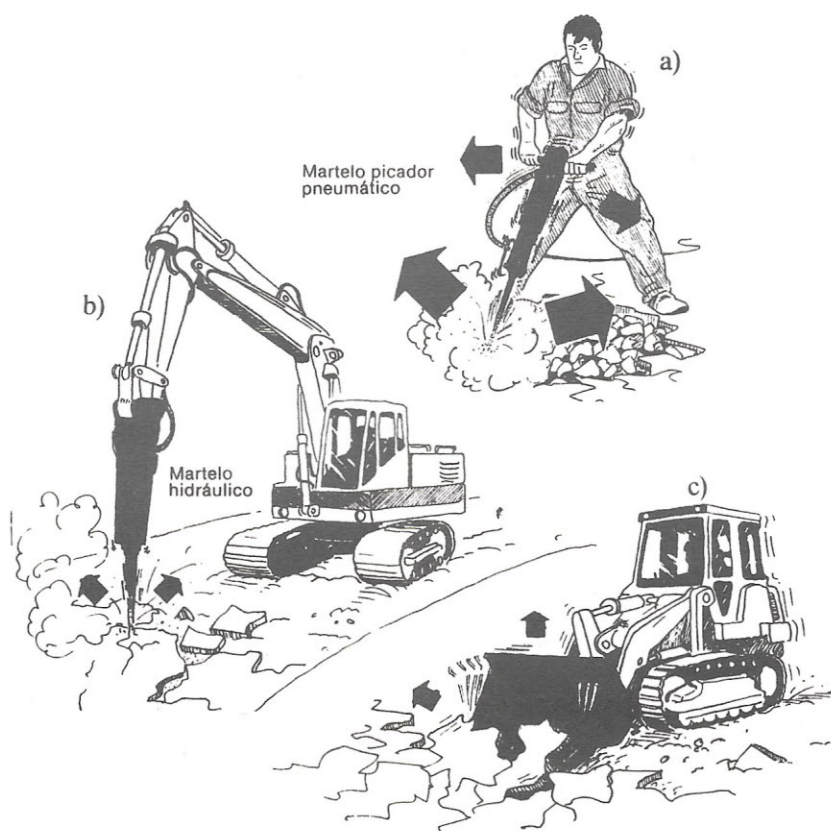
## 7 - VARIAÇÕES DE FORÇA, DE PRESSÃO OU DE VELOCIDADE PROVOCAM RUÍDO

### Exemplo 1

As britadeiras pneumáticas geram ruídos impulsivos de nível elevado. O operário fica simultaneamente sujeito a altos níveis de ruído e vibrações das mãos (figura 7a.).

### Solução 1

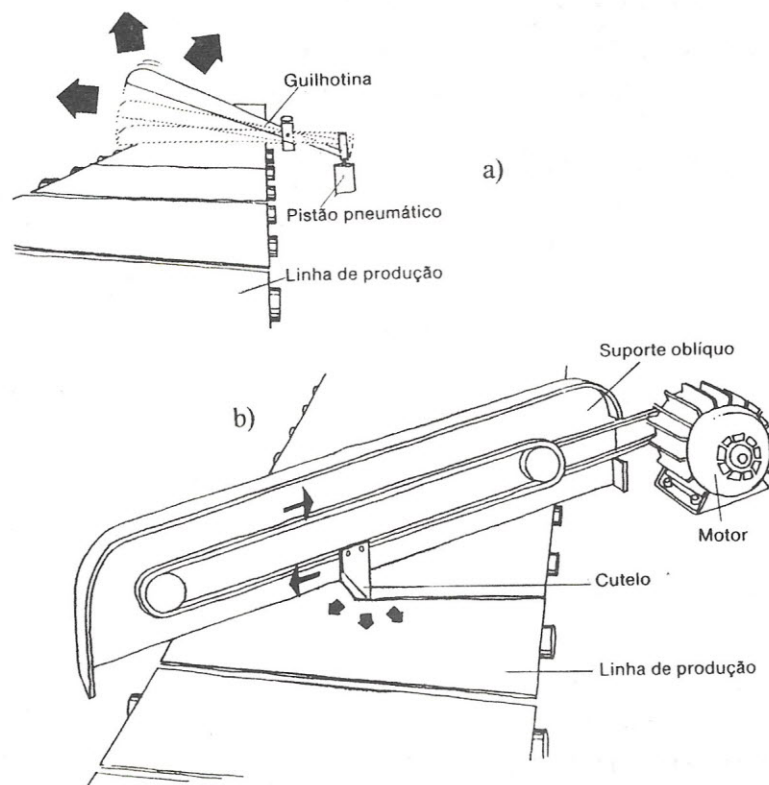
O martelo hidráulico quebra o pavimento (figura 7b.) e a pá hidráulica recolhe os fragmentos (figura 7c.). Os níveis sonoros são mais fracos e o operário dentro da cabine está mais afastado da fonte sonora.



Figuras 7a, 7b e 7c:

### Exemplo 2

A guilhotina de uma máquina de corte deve cair rapidamente e com uma grande potência para que o material seja cortado perpendicularmente à linha de produção, o que provoca ruídos de nível elevado (Figura 7d).



Figuras 7d e 7e

### Solução 2

O material pode ser cortado usando-se uma fraca potência num período mais longo, praticamente em silêncio. A faca de corte desloca-se de um lado para outro do material (figura 7e).

---

O artigo "Dicas para Controle de Ruído" tem 4 partes, estando a parte I publicada nesta edição e o restante será publicado nas próximas edições nº 16, 17 e 18.

## NOTÍCIAS

### PROGRAMA SILÊNCIO SELO RUÍDO

Há exatos cinco anos, foi aprovada a Resolução 002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que instituiu o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora - Programa Silêncio, que tem entre seus principais objetivos "incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído". Uma das formas de contribuir para isto é permitir que os consumidores, e usuários de uma maneira geral, tenham conhecimento do nível de ruído emitido por estas fontes sonoras, facultando aos mesmos a opção por aqueles que sejam menos ruidosos.

E para isto foi criado o Selo Ruído. Entretanto, considerando-se que sua implantação simultânea em todas as utilidades domésticas, máquinas, motores, brinquedos, encontraria inicialmente sérias dificuldades infra-estruturais nos organismos de certificação e controle - INMETRO e IBAMA - e tendo em vista o contato muito próximo e amplo uso de eletrodomésticos pela população, optou-se por iniciar a certificação por este segmento. Assim é que compulsoriamente, o Selo Ruído será afixado nos eletrodomésticos.

O Selo não contempla qualquer estratégia de caráter restritivo ou punitivo, desta forma, propicia que a própria sociedade, cada vez mais conscientizada dos efeitos prejudiciais da poluição sonora, se encarregue deste papel, comparando e adquirindo produtos que emitam menor intensidade de ruído.

#### *O Programa de Etiquetagem do Selo Ruído*

Em 1989, o INMETRO iniciou os procedimentos para a criação do Programa Brasileiro de Etiquetagem e, em novembro de 1991, a Diretoria de Controle e Fiscalização do IBAMA, através do Departamento de Qualidade Ambiental, articulou com aquele Instituto a implantação do Selo Ruído, que se tornou uma das metas do programa Silêncio.

Ações como o credenciamento de laboratórios junto a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios do INMETRO, bem como a elaboração de uma legislação específica para eletrodomésticos, garantindo que todos os aparelhos (nacionais e importados) indiquem, em decibéis, o nível de potência sonora, através do Selo Ruído, começaram a ser tomadas.

Definidas as ações, representantes do governo, dos laboratórios de acústica e associações de fabricantes se reuniram para discutir de forma preliminar sua implementação.

A partir do Congresso da SOBRAC realizado em Florianópolis em 1994, quando o Programa Selo Ruído foi debatido em plenário, o CONAMA através da Resolução 020/94 estabeleceu a obrigatoriedade de todos os eletrodomésticos disporem do Selo, que nada mais é que o indicativo do nível de potência sonora emitido pelo equipamento, e medido em laboratório credenciado pelo INMETRO para este fim.

Para viabilizar a implantação do Programa, o Comitê Brasileiro de Certificação - CBC formou a Comissão Técnica do Selo Ruído que conta com a participação não só do INMETRO e IBAMA, como também da Sociedade Brasileira de Acústica - SOBRAC, do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor - IDEC, da União Certificadora da Indústria Eletro-Eletrônica - UCIEE, da Associação Brasileira das Indústrias Eletro-Eletrônicas - ABINEE, da Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletro-Eletrônicos - ELETROS e da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

#### *As Prioridades*

O grande objetivo da Comissão Técnica do Selo Ruído é estabelecer um Regulamento Técnico para a implantação do Programa de Etiquetagem e

estabelecer prioridades quanto aos produtos eletrodomésticos a serem etiquetados e, para isso, tem que levar em consideração diferentes parâmetros, tais como a capacidade laboratorial para atendimento da demanda.

Além disso, a Comissão Técnica está buscando, através da ABNT/COBEI/GT-6, estabelecer normas brasileiras que venham a substituir as normas ISO listadas na Resolução 020/94, como também estimular o credenciamento de laboratórios de acústica no Brasil.

Na última reunião do CBC/CT - Selo Ruído, realizada em 08 de junho passado, foi decidido que o programa deveria se iniciar por geladeiras, barbeadores elétricos e secadores de cabelo manuais, a partir de outubro de 1995, sendo que os laboratórios do INMETRO poderiam ser utilizados para os ensaios desde que não houvessem ainda laboratórios credenciados para este fim.

Caminhando com passos largos, o programa segue esperando o essencial envolvimento das autoridades executivas e legisladoras, dos fabricantes de eletrodomésticos, das universidades e dos profissionais e entidades que, de alguma forma, possam contribuir para o aperfeiçoamento dos dispositivos legais e facilidades técnicas e legais para a sua execução.

Além disso tudo, é fundamental que sejam conduzidas campanhas de esclarecimento a respeito dos danos que o fluído causa à saúde, à produtividade e à qualidade de vida. Para o sucesso de qualquer programa ambiental, a conscientização e a participação da população são tão ou mais importantes que a própria legislação.

INMETRO : Engº Marco Antônio Nabuco e  
IBAMA : Silvania Medeiros Gonçalves

#### RESOLUÇÃO Nº 20, DE 7 DE DEZEMBRO DE 1994

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de

agosto de 1991, regulamentada pelo Decreto nº 99.724, de 06 de junho de 1990, alterada pelo Decreto nº 1.205, de 1º de agosto de 1994 e seu Anexo I, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e Considerando que o ruído excessivo causa prejuízo à saúde física e mental, afetando particularmente a audição;

Considerando que o homem em seu meio ambiente vem sendo, cada vez mais, submetido à condições sonoras adversas;

Considerando que dentre outras máquinas, motores, equipamentos e dispositivos, os aparelhos eletrodomésticos são de amplo uso pela população

Considerando que a utilização de tecnologias adequadas e conhecidas permite atender às necessidades de reduções de níveis de ruído; e

Considerando os objetivos do Programa Nacional de Educação e Controle de Poluição Sonora - SILÊNCIO,

#### RESOLVE :

Art. 1º Instituir o Selo Ruído, como forma de indicação do nível de potência sonora, medido em decibel - dB(A), **de uso obrigatório a partir desta resolução para aparelhos eletrodomésticos**, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento.

Parágrafo único - Para efeito desta Resolução, aparelho eletrodoméstico é aparelho elétrico projetado para utilização residencial ou semelhantes, conforme definição da NBR 6514.

Art. 2º Os ensaios para medição dos níveis de potência sonora, para fins desta Resolução, deverão ser realizados exclusivamente por laboratórios devidamente credenciados, conforme as normas internacionais da ISO 4871 e suas referências ou de acordo com as normas nacionais que venham a ser adotadas.

Art. 3º O fabricante de eletrodoméstico ou seu representante legal e importador deverão solicitar ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA a obtenção do Selo Ruído para toda sua linha de

fabricação, encaminhando, para tanto, relação completa de seus modelos.

Art. 4º O fabricante de eletrodoméstico, seu representante legal e importador são responsáveis pela realização dos ensaios exigidos devendo manter arquivo atualizado e permanente com todas as medições dos aparelhos e modelos comercializados, em versão original ou modificados.

Art. 5 O Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal - MMA, com o assessoramento do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA regulamentará no prazo de 90 (noventa) dias o disposto nesta Resolução, cabendo ao Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO promover, a organização e implantação do Selo Ruído, na forma desta Resolução.

Art 6º O não atendimento ao estabelecido nesta Resolução sujeitará os infratores às penalidades previstas na Lei 6.938, de 31/08.81 com redação dada pela Lei nº 7.804, de 18/07/89.

Art. 7º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

**HENRIQUE BRANDÃO CAVALCANTI  
NILDE LAGO PINHEIRO**

**Presidente  
Secretária - Executiva**

---

**PADRONIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO  
AUDIOLÓGICA DO TRABALHADOR  
EXPOSTO AO RUÍDO**

---

**1) Introdução:**

O Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, órgão interdisciplinar composto por membros indicados pela Associação Nacional de Medicina do Trabalho (ANAMT) e pelas Sociedades Brasileiras de Acústica (SOBRAC), Fonoaudiologia (SBFa), Otologia

(SBO) e Otorrinolaringologia (SBORL), padronizou a avaliação audiológica do trabalhador exposto ao ruído, com o objetivo de apresentar o posicionamento oficial destas sociedades científicas aqui representadas.

**2) Pré-requisito**

- a - Repouso auditivo de, no mínimo, 14 horas;
- b - Exame realizado por profissional legalmente habilitado - fonoaudiólogo ou médico.

**3) Condições e procedimentos**

- a - Identificação do trabalhador com documento oficial que contenha fotografia;
- b - Anamnese clínica e histórico ocupacional;
- c - Otoscopia no momento do exame;
- d - Ambiente acústico segundo o Apêndice D da norma OSHA 1910.95;
- e - Calibração do audiômetro:
  - e.1) Biológica diária;
  - e.2) Acústica parcial anual de acordo com as normas ISO 389/64 ou ANSI S3.6/69, guardando registro;
  - e.3) Eletroacústica a cada 5 anos, guardando registro;
- f - Orientação ao trabalhador quanto à sistemática do exame;
- g - Via aérea: frequência de 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hertz;
- h - Via óssea: quando necessária, frequências de 500, 1.000, 2.000 e 4.000 Hertz;
- i - Logaudiometria: SRT e Índice de Reconhecimento de Fala devem ser sempre realizados;
- j - Imitanciometria: à critério do profissional;
- k - Periodicidade: pré-admissional, 6 meses após a admissão e anual a partir de então, e demissional;
- l - A ficha de registro audiométrico deve conter, no mínimo: nome, idade e identificação do examinado, data do exame, nome, assinatura e registro profissional do examinador, equipamento utilizado, calibração, traçado audiométrico e observações;
- m - O laudo fonoaudiológico deve conter o tipo de perda auditiva e o grau (leve, moderada, severa ou profunda);
- n - Na presença de qualquer perda auditiva, o diagnóstico nosológico deve ser realizado por um médico.

#### 4) Monitoramento

- a - Consiste no controle audiométrico do trabalhador com o objetivo de acompanhar a evolução dos limites auditivos, partindo de uma avaliação de referência;
- b - Para cumprir este objetivo, a determinação dos limites tonais poderá ser realizada somente por via aérea;
- c - A periodicidade dos exames será determinada pelos resultados obtidos, devendo ser, no mínimo, anual.

#### 5) Interpretação audiológica

- a - Os limiares auditivos são considerados normais até 20 dB NA;
- b - Na comparação ao exame de referência, é considerada mudança significativa dos limiares auditivos o critério recomendado pela SBO em 1993, ou seja: "diferenças entre as médias aritméticas de atingirem 10 dB, ou mais, no grupo de frequências de 500, 1.000, e 2.000 Hz, ou no grupo de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz. As piores em frequências isoladas só serão consideradas significativas se atingirem 15 dB ou mais";
- c - Reconhecendo que, na atualidade, não existe nenhuma tabela que resolva todos os problemas de uma interpretação técnica e cientificamente fundamentada, mas considerando a necessidade de utilizar uma norma na elaboração de critérios médico-legais, na presença de audiograma único ou em estudos de prevalência da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído, o Comitê sugere que seja adotada, provisoriamente, a Classificação de F. Merluzzi e compromete-se a revisar este parágrafo em tempo hábil.

#### 6) Bibliografia

INFORMATIVO SBORL. Sociedade Brasileira de Otorrino Laringologia, janeiro de 1994, n1.

MERLUZZI, F. et al. Metodologia di esecuzione del controllo dell' udito dei lavoratori esposti a rumore, Nuovo Archivio Italiano di Otologia, 7(4): 695-714, 1979.

### COMITÊ NACIONAL DE RUI DO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA

ANAMT - Associação Nacional de Medicina do Trabalho

Dr. João Alberto Maeso Montes - RS

Dr. Osny de Melo Martins - PR

SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica

Fga. Mestre Ana Cláudia Fiorini - SP

Eng. Eduardo Giampaoli - SP

SBFa - Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia

Fga. Dra. Iêda Chaves Pacheco Russo - SP

Fga. Dra. Maristela Vendramel Ferreira-Carnicelli - SP

SBO - Sociedade Brasileira de Otologia

Dr. Alberto Alencar Nudelman - RS

Dr. Raul Nielsen Ibanez - RS

SBORL - Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia

Dr. José Seligman - RS - Coordenador

Convidado: Dr. Ruy Lobo - BA

### ABHO

Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais, criada em agosto de 1994, congrega pessoas físicas e jurídicas com interesses relacionados à área de higiene ocupacional, tendo sido constituída para fins de estudos e ações relativamente à higiene ocupacional e representação de interesses individuais ou coletivo dos higienistas.

#### OBJETIVOS

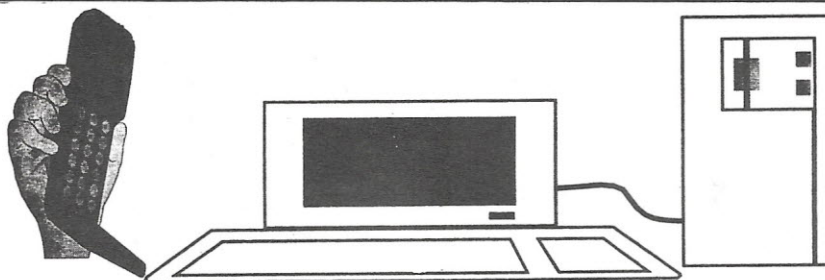
- Promover e valorizar os higienistas ocupacionais.
- Promover a higiene ocupacional no Brasil.
- Promover a troca de informações e de experiências.
- Promover a formação, qualificação e aperfeiçoamento profissional.

#### INFORMAÇÕES

Alameda dos Araés, 857 - Planalto Paulista

São Paulo - Capital - CEP: 04066-002

Fones/Fax: (011) 542-2959 e 241-6435



A SOBRAC está ligada a rede INTERNET. Entre no mundo tecnológico e virtual e converse com seus colegas sobraquianos (emc1sob@npd.ufsc.br)



## LIVROS

### NOTAS SOBRE TECNOLOGIA DE ABSORÇÃO SONORA.

#### *"Notes on Sound Absorption Technology"*

Autor: K. Uno Ingard.

Editora: Noise Control Foundation

P. O. Box 2469 Arlington Branch

Poughkeepsie, N. Y. 12603, USA.

384 páginas, Softcover, 1994, Us\$ 88.

ISBN 0-931784-28-X

O principal objetivo deste livro (em inglês) é preencher uma grande lacuna que existe na bibliografia internacional sobre absorção e propagação sonora, em especial atenção sobre características dos materiais de absorção acústica. O livro reflete a experiência do autor em forma de coleção de suas notas desde 1946. O conteúdo deste livro é composto de 10 capítulos, os quais são:

- 1 - Placa absorvedora (simples & múltipla absorção, impedância).
- 2 - Efeito visco-termo acústico (efeito de viscosidade e condução térmica)
- 3 - Absorvedor poroso rígido I (predição de absorção de placa simples e múltipla, tais como fibra de vidro e espumas)
- 4 - Absorvedor poroso rígido II
- 5 - Absorvedor poroso flexível (placas com células aberta e fechada)
- 6 - Atenuação dos dutos revestidos (aplicação em atenuadores de ruído)
- 7 - Ressonador de cavidade (ressonador de tubo e de Helmholtz)
- 8 - Acústica de túnel de vento (acústica de fluxo)
- 9 - Interações dos contornos das ondas de choque (para nível alto e efeito não linear)
- 10 - Características dos Materiais (modos de resistividade de fluxo e impedância).

Apêndice I : Matrizes de transmissão

Apêndice II: Resumo dos Fundamentos

O livro é acompanhado com três disquetes de 3½ com 38 programas compatíveis com computador PC/IBM e podem rodar no DOS. Esses pro-

gramas permitem calcular absorção dos materiais com 64 páginas de exemplos do uso dos programas.

### NOISE AND THE AUTOMOBILE

Softcover, 121 páginas, 1994. L 57.00 (cinquenta e sete libras inglesas)

**Mechanical Engineering Publication Limited (AUTO),**

Sales Department, Northgate Avenue, Bury St Edmunds,

Sulffolk IP32 6BW, Inglaterra.

Fax: 00-44-1284-704.006

### VEHICLE HANDLING DYNAMICS

Autor : J.R. Ellis

Hardcover; 208 páginas, 1994, L23.00 (vinte e tres libras ingleses)

**Mechanical Engineering Publication Limited (AUTO),**

Sales Department, Northgate Avenue, Bury St Edmunds,

Sulffolk IP32 6BW, Inglaterra.

Fax: 00-44-1284-704.006

### NOISE CONTROL: MEASUREMENT, ANALYSIS AND CONTROL OF SOUND AND VIBRATION

**Charles E. Wilson**

Krieger Publishing Company, P.O. Box 9542, Melbourne, FL 32902, USA.

565 páginas, Hardcover, 1994, US\$ 74.50

### GUIA PRÁTICO : AUDIOMETRIAS OCUPACIONAIS

Autores : Edoardo Santino e Hudson de Araújo Couto

Editora Ergo Ltda

Assessoria e Consultoria Ocupacional

Av. Getúlio Vargas, 668/1306 - CEP 30112-901

Belo Horizonte - MG - Fone : (031) 261-3736

Fax : (031) 261-1172

---

**O TRABALHO DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE EM CONDIÇÕES DE RISCO.**

Ministério do Trabalho - SSST - Brasília - Dez. 1994.

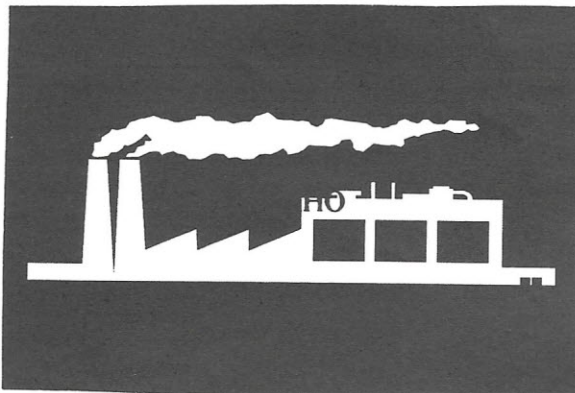
---

**CONGRESSOS**

---

**16º ENCONTRO ANUAL DA SOBRAC**

---



A SOBRAC, Sociedade Brasileira de Acústica, vem anunciar a realização do seu 16º Encontro Anual. O Evento acontecerá nos dias 20 e 21 de novembro de 1995, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Diante da crescente preocupação da comunidade com as questões ambientais e qualidade de vida no que diz respeito ao ruído, o tema do Encontro escolhido para esse ano foi "Ruído Ambiental e Industrial".

Convidamos os profissionais da área de Acústica a contribuírem com trabalhos técnicos que evidenciem o tema do encontro, contando também suas experiências práticas.

**Informações :**

As empresas interessadas em patrocínio e/ou exposição de produtos poderão contatar com os membros da Comissão Organizadora ou com a secretaria da SOBRAC.

Os artigos técnicos deverão ser encaminhados

para :

Departamento de Engenharia Mecânica da  
Escola Politécnica da USP  
Av. Porf. Mello Moraes, 2231  
05508-900 - São Paulo - SP  
Fax : (011) 813-1886  
A/C Prof. Sylvio R. Bistafa

Será cobrada uma taxa reduzida para os sócios da SOBRAC. Informações de como associar-se à SOBRAC, contatar com :

Sociedade Brasileira de Acústica - SOBRAC  
Departamento de Engenharia Mecânica da  
UFSC  
Campus Universitário - Caixa Postal 476  
Fone : (048) 234.4074/231.9227  
Fax : (048) 234-1524/234-1519  
A/C : Prof. Samir N. Y. Gerges

*Comissão Organizadora:*

Stelamaria Rolla - Unicamp  
Sylvio Reynaldo Bistafa - Poli-USP  
Renato Teixeira Vargas - Poli-USP

---

**III SIBRAV**  
**III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE**  
**ACÚSTICA VEICULAR**

---

A Sociedade Brasileira de Acústica - SOBRAC anuncia a realização do III SIBRAV, em 28 e 29 de agosto de 1995 no Instituto de Engenharia em São Paulo-SP e convidamos os profissionais da área de Acústica Veicular a contribuírem com trabalhos técnicos para o simpósio, que se torna cada vez mais internacional.

Será cobrada uma taxa de inscrição reduzida para os sócios da SOBRAC.

Estão previstas palestras de convidados especiais da Europa.

*Comissão Organizadora:*

Helcio Onusic - Mercedes Benz / Instituto de  
Física da USP

Honório Lucatto - Waytech  
Luiz Carlos Ferraro - Mercedes Benz  
Marcos F. Piai - Brüel & Kjaer  
Mário Pimentel - Vibranihil  
Mauricy Souza - Illbruck  
Sado Hayshi - S & V Consultoria

---

## 2º ENCUENTRO INTERNACIONAL DE ACÚSTICA EM CHILE

---

### PRESENTACION

La gran inquietud y necesidad de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Acústica, de la Universidad Austral de Chile, de crear un espacio para la difusión del conocimiento y aplicaciones de la acústica en nuestro país y el extranjero, dieron origen a las Primeras Jornadas de Estudiantes de Ingeniería Acústica, INGEACUS.

Desde sus inicios, en 1992, y sólo como un evento local "INGEACUS" fue el instrumento utilizado por sus trabajos. Dos años más tarde, y ante el creciente interés manifestado por los participantes, tantos estudiantes como profesionales del área, y gracias a la experiencia adquirida por los organizadores, en 1994 "INGEACUS" se abre al resto del país y el extranjero obteniendo una respuesta que supera con creces las expectativas iniciales, reuniendo personalidades de países como Alemania, Brasil, Argentina, Perú y Chile, convirtiéndose así en la acústica.

Este año, con el espíritu de seguir aportando al desarrollo de esta área y respaldadas por el éxito y prestigio obtenido en los años anteriores, la comisión organizadora, formada por alumnos de la Carrera de Ingeniería Acústica, deciden llevar a cabo el 2º Encuentro Internacional de Acústica en Chile y las 4ª Jornadas de Estudiantes de Ingeniería Acústica, consolidando de esta forma a "INGEACUS" como uno de los más importantes en torno a la acústica en Latinoamérica.

### INVITACION

Deseamos invitarles a participar en este encuentro que se llevará a efecto en la ciudad de Valdivia, Chile, Los días 20 - 21 - 22 de Octubre del presente año. Las actividades señaladas del Campus Isla Teja de La Universidad Austral de Chile.

Durante estos tres días se llevarán a cabo conferencias de alto nivel académico, al igual que sesiones técnicas de distintas áreas relacionadas con la

acústica.

### COMISIONES TECNICAS

- Ruido y Control de Ruido/
- Audio y Acústica Musical/
- Acústica, Arquitectónica/
- Vibraciones y Control de vibraciones/
- Sistemas de Mediciones e Instrumentación/
- Instrumentation.

### INFORMACIONES

Este evento está diseñado para un cupo limitado de personas y una parte importante de las vacantes será ocupada por estudiantes y académicos de nuestra Universidad, por lo que sugerimos comunicar su participación al Comité Organizador antes del 18 de Septiembre de este año.

This event is thought to receive a limited lot of people an important number of participants will be students and academics of our University. We suggest you to make your reservation as soon as possible, before September 18th. Contact to Organization Committee.

### COMITE ORGANIZADOR

Presidente: Martín Gutiérrez Viñuales  
Escuela de Ingeniería Acústica  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
Universidad Austral de Chile  
Casilla/P.O. Box:567 Valdivia - Chile  
Fono/Phone: (56-63) 217368 / 2211338  
Fax (56-63) 213986  
Presentación de Trabajos  
Fecha Límite: 14 de agosto 1995  
Deadline: August 14th 1995  
Formato según comunicación adjunta

### VALORES DE INSCRIPCION

Actividade	Valor(US\$)
Profesional asistente	100
Profesional Expositor	70
Estudiante	25

Importante: Para las personas que se inscriban antes del 14 de Agosto se les otorgará un 10% de descuento.

Important: If you make your inscription before August 14th, you'll get a 10% discount.

#### **PATROCINADORES**

- Sociedade Brasileira da Acustica (SOBRAC).
- Asociación de Acústicos Argentinos (A de AA)
- Sociedad Peruana de Acústica
- Instituto Mexicano de la Ingeniería, UACH
- Instituto de Acústica, UACH
- Escuela del Sonido, UACH

---

### **III ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO.**

---

04 à 07 de Julho de 1995.  
Gramado - RS

#### *Informações:*

#### *Fundação de Ciência e Tecnologia*

Rua: Washington Luiz, 675  
900110-460, Porto Alegre, RS  
TEL: (051) 221-4688  
FAX:(051) 226-0207  
AT: Dr. Miguel A. Sattlar

---

### **IV CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE SAE BRASIL 95**

---

02 à 04 de Outubro de 1995 - São Paulo -  
Hotel Transamérica

Informações: SAE Brasil  
TEL: (011) 289-3166  
FAX:(011) 288-6594

---

### **7º CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA 3º CONGRESSO LATINO-AMERICANO E IEA 95**

---

16 à 20 de Outubro de 1995 - Rio de Janeiro

#### *Informações:*

TEL: (021) 286-3536 / FAX: (021) 246-1316

---

### **FORUM ACUSTICUM 1996**

---

1 a 4 de abril de 1996 - Universidade de  
Antwerpen - Bélgica

Forum Acusticum 1996  
Convention Secretariat  
Technological Institute K VIV  
Desguinles 214 - B-2018 Antwerpen 1 - Belgium.

---

### **ACTIVE 95**

---

O Simpósio Internacional de Controle de  
Ruído Ativo

05 e 06 de Julho de 1995. Newport Beach,  
California, EUA.

Fax: 00-1-714-720-7944

---

### **INTER-NOISE 95**

---

Congresso Internacional de Engenharia de  
Controle de Ruído

10 a 12 de Julho de 1995, Newport Beach,  
California, EUA.

Fax: 00-1-714-720-7944

---

### **ENCONTRO ANUAL DA SOCIEDADE ACÚSTICA DE SINGAPURA**

---

10 - 11 de Janeiro de 1996  
Novotel Orchias - Singapura  
Fax 65-791 3665

---

### **2º CONGRESSO MEXICANO DE ACÚSTICA**

---

21 e 22 de Setembro de 1995  
Guadalajara, México

Organização: Instituto Mexicano de Acústica  
P.O Box 75805  
Col. Lindavista 07300  
México - D.F.  
Tel 52-5-682.28.30  
Fax 52-5-523.47.42

---

### **II ENCONTRO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS**

---

18 e 19 de setembro de 1995 - São Paulo

*Informações:* ABHO - Alameda dos Araés, 857  
04066-002 - São Paulo - SP  
Tel/Fax: (011) 241 6435 ou 942 2959

## Revista "Acústica & Vibrações" da SOBRAC

A revista "Acústica & Vibrações" da Sociedade 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, Sociedade 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.

## NOTÍCIAS

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

# FICHA DE INSCRIÇÃO

(Edição Nº 15 - Julho de 1995.)

**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 verso para adicionar mais representantes

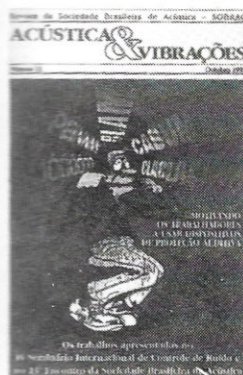
**Local:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_



### Edição Número 12/Junho 93

- Efeito de Exposição Simultânea a Ruído e Tolueno Sobre a Audição e o Equilíbrio de Trabalhadores.
  - Infecção Auditiva e o Uso do Protetor Auditivo
  - Os Efeitos do Ruído na Audição
  - Absorção Acústica dos Materiais
- Modelagem do Aparelho Fonador para Síntese Digital e suas Aplicações na Música



### Edição Número 11/Outubro 92

- Motivando os Trabalhadores a usar Dispositivos de Proteção Auditiva
- A Perda Auditiva Induzida por Ruído e a Atual Legislação
- Diseño y Construcción de la Cámara Anecoica del Laboratorio de Acústica y Luminotecnia de la C.I.C - Rep. Argentina
- Instrumentación de un Analizador de Espectros con una PC
- Trabalhos apresentados no IV SICOR e XII Encontro da SOBRAC - 1992



### Edição Número 10/Fevereiro 92

- Diferença das Perdas Auditivas Induzidas pelo Ruído de Trabalhadores de Atividades Distintas em uma mesma Indústria
- Validação Diagnóstica de Audiometrias Industriais
- Efeitos da Poluição Sonora no Sono e na Saúde Geral-Ênfase Urbana
- A Poluição Sonora em Belo Horizonte
- Simulação Acústica por Computador
- O Poder da Energia Sônica
- Acústica Y Arquitectura. Una Metodologia para su Integracion
- Avaliação dos Níveis de Ruído em Tratores Agrícolas, e seus Efeitos sobre o Operador