

# Acústica & Vibrações

Revista Semestral da Sociedade Brasileira de Acústica - SOBRAC

Nº 23

Julho 1999



- ✓ Diagnósticos de PAIRO (Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional) pela nova NR-7 (Portaria 19 MTo. de 09/04/98)
- ✓ Comparando Bananas com Laranjas
- ✓ Protetores Auditivos: Um Novo NRRsf
- ✓ Um Caso Prático: Silenciador para Roots
- ✓ Congressos e Eventos Nacionais e Internacionais

# Acústica & Vibrações

## EXPEDIENTE

### REVISTA SEMESTRAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Departamento de Engenharia Mecânica - EMC  
Campus Universitário  
Cx. Postal 476 - CEP 88040-900  
Florianópolis - SC - Brasil  
<http://www.sobrac.ufsc.br>  
e-mail: <[sobrac@mbox1.ufsc.br](mailto:sobrac@mbox1.ufsc.br)>  
Tel: (048) 234-4074 / 331-9227/331-7095  
Fax: (048) 331-9677 / 234-1519

### DIRETORIA SOBRAC 98/99

Sylvio Bistafa - Presidente  
Mauricy C. R. de Souza - Vice-Presidente  
Patrícia G. de Lima - 1ª Secretária  
Victor M. Valadares - 2º Secretário  
Ulf H. Mondl - 1º Tesoureiro  
Rodrigo R. Kniest - 2º Tesoureiro

### CONSELHO SOBRAC 98/99

Edison Claro de Moraes  
Hugues Serres  
Luvercy Jorge de Azevedo Filho  
Maria L. Belderrain  
Ricardo E. Musafir  
Samir N. Y. Gerges  
Stelamaris Rolla Bertolli

### EDIÇÃO

Samir N. Y. Gerges  
Mauricy C. R. de Souza  
Fernando H. Aidar  
Roberto Jordan

### EDITORIAÇÃO

Fábio F. Nunes

Apenas matérias não assinadas são de  
responsabilidade dos Editores. Matérias, notícias  
e informações para publicação na Revista, podem  
ser enviadas para a

**SOBRAC**

Florianópolis SC - Julho 1999

## ÍNDICE

### ARTIGOS

<i>Diagnósticos de PAIRO (Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional) pela nova NR-7 (Portaria 19 MTb. de 09/04/98).....</i>	02
<i>Comparando Bananas com Laranjas.....</i>	10
<i>Protetores Auditivos: Um Novo NRRsf.....</i>	15
<i>Um Caso Prático: Silenciador para Roots....</i>	23

### CONGRESSOS

1999 .....	25
2000 .....	26
2001 .....	26
XIX Encontro da SOBRAC .....	27
V SIBRAV .....	28
IV ETAS .....	31
COBEM 99 .....	32
Internoise 99 .....	34
II Congresso Iberoamericano de Acústica ...	35
ICSV7 .....	36

### ASSUNTOS DA SOBRAC

<i>Sócios Regulares 1999 .....</i>	38
<i>Publicações .....</i>	40

### ACÚSTICA & VIBRAÇÕES

<i>Edições Anteriores .....</i>	42
---------------------------------	----

## DIAGNÓSTICOS DE PAIRO

(PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO OCUPACIONAL)

PELA NOVA NR-7 (PORTARIA 19 MTB. DE 9/4/98)

*Prof. Dr. Ramón Sabaté Manubens - Médico do Trabalho- CRM.SP.20.251 – MTb.19.105 - Diretor Clínico da Prolabor Saúde Ocupacional S/C Ltda. - (São Paulo/SP - fone/fax: 011-36.66.3747 - e-mail: prolabor@uol.com.br) - 1º SEMINÁRIO BRASILEIRO de SEGURANÇA e SAÚDE no TRABALHO - PAINEL: "RUÍDO NO TRABALHO – ABORDAGEM INTEGRAL" - Expo Center Norte – São Paulo/SP – 13/5/99*

### NOMENCLATURA E HISTÓRICO RECENTE

#### Nomenclaturas diversas

SURDEZ OCUPACIONAL ou PROFISSIONAL

PERDA AUDITIVA PROFISSIONAL ou OCUPACIONAL

PAIR = Perda Auditiva Induzida pelo Ruído

PAIRO = Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional

PAINEPS = Perda Auditiva Induzida por Níveis Elevados de Pressão Sonora

- Há nomes em desuso, como DACIR (Disacusia Auditiva Crônica Induzida pelo Ruído).
- À nível nacional, diversos profissionais e as sociedades se uniram para padronizar conceitos e procedimentos, surgindo o **CONARCA** (COmitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva), reunindo entidades (ANAMT, SBORL, SBO, SBFONO e SOBRAC) e profissionais das áreas interessadas (médicos do trabalho, otorrinolaringologistas, otologistas, fonoaudiólogas, engenheiros de segurança e de acústica), cujas publicações (boletins) serviram de base teórica para regulamentações legais e procedimentos práticos dos profissionais envolvidos.
- Em SP, diversos profissionais e entidades, reunidos na Secretaria da Saúde, lançaram em maio/94, a "Norma Técnica que dispõe sobre o Diagnóstico de Perda Auditiva Induzida por Ruído e Controle do Ruído nos Ambientes de Trabalho".
- em Junho/94 (SP) realiza-se o 1º evento específico (1º Seminário Brasileiro de Surdez Ocupacional),

divulgando o boletim nº 1 do CONARCA, que conceituou PAIR.

- Em Dezembro/94 muda a NR-7 do MTb e surge o PCMSO, trazendo alterações importantes, abolindo a simplicidade legal das audiometrias e introduzindo normas internacionais à avaliação audiológica ocupacional dos expostos ao ruído ocupacional.
  - Em 1995 e 1996 o CONARCA emite sucessivos Boletins: o de nº 2 em 1995 (Padronização da Avaliação Audiológica do Trabalhador exposto ao Ruído) e nº 3 (Conduitas na Perda Auditiva Induzida pelo Ruído). Já o nº 4 (Recomendações para a Avaliação dos Prejuízos ocasionados pela Perda Auditiva Induzida pelo Ruído) foi emitido em 1996.
  - Em abril/98, após longas discussões, o MTb altera o PCMSO (port.19/98) e define o texto das "Diretrizes e Parâmetros Mínimos para Avaliação e Acompanhamento da Audição em Trabalhadores Expostos a Níveis de Pressão Sonora Elevados".
  - Em julho/98 (RS) ocorre o 2º Seminário Brasileiro de Surdez Ocupacional, mantendo o mesmo título (critério didático do tema?) visando discutir o tema e o CONARCA emite mais outro Boletim (agora o de nº 5: Valorização dos Efeitos Auditivos e Não-Auditivos em Processos Judiciais referentes à PAIR relacionada ao Trabalho).
  - Em Agosto/98 o INSS publica a O.S. 608, sobre a "Perda Auditiva Neurosensorial por Exposição Continuada a Níveis Elevados de Pressão Sonora de Origem Ocupacional – Norma Técnica de Avaliação de Incapacidade para fins de Benefícios Previdenciários", com a Seções I dedicada à Atualização Clínica da PAIR Ocupacional e a II de Norma Técnica de Incapacidade Laborativa.
- ⇒ Por uma QUESTÃO de BOM SENSO, OPTAMOS pela NOMENCLATURA de **PAIRO**.

## EVOLUÇÃO DO DIAGNÓSTICO DA PAIRO: O QUE SE FAZIA ATÉ 1994

- até antes de 1994, notava-se pouco interesse e conhecimento para se chegar ao diagnóstico, quando iniciou-se a grande divulgação do conceito e métodos diagnósticos da PAIRO, começando, na prática, uma grande reviravolta nos procedimentos médico-ocupacionais.
- o MTb. exigia apenas o cálculo matemático da tabela de Fowler, muito cômodo e fácil, deixando que o profissional não se interessasse pelos outros aspectos que levam ao diagnóstico.
- as audiometrias eram realizadas com pouco rigor técnico, do tipo 'screening', por profissionais não habilitados (em geral auxiliares ou atendentes de enfermagem ou mesmo médicos, a maioria sem o devido preparo técnico), SEM REPOUSO AUDITIVO (simplesmente eram realizadas durante o expediente), em locais com baixo isolamento acústico (nem sempre em cabines acústicas ou colocadas no ambulatório e próximo a locais ruidosos), sem utilização das adequadas técnicas de exame (mascaramento, via óssea, logaudiometria) e sem uma anamnese médico-ocupacional que permitisse interpretar alterações constatadas.
- Perdas auditivas "mais graves" em expostos cronicamente ao ruído eram, sistematicamente, considerados como de origem ocupacional, sendo, muitas vezes, emitida CAT ao INSS, que reconhecia onexo causal, gerando os chamados "funcionários estáveis", que não podiam ser demitidos; quando o diagnóstico foi questionado e reavaliado como de causa Não ocupacional, alguns foram demitidos e entraram com ações na Justiça para reintegração. Problemas de erro no diagnóstico da causa da perda auditiva (Ocupacional X Não ocupacional) tem gerado inúmeras controvérsias, tanto nas empresas como na Justiça.
- Com a Tabela de Fowler, adotada de 1978 a 1994 pela NR-7, que apenas calculava porcentagens de perda auditiva, valorizando as frequências da área da fala (500 a 2000 Hz) e desprezando a causa, as fases iniciais e a progressão da perda auditiva, somente se discutiam números e não diagnósticos, sendo que a adoção deste critério não levava os médicos do trabalho a nenhum tipo de diagnósti-

co, pois se calculava matematicamente se havia ou não dano à saúde, independente do tipo de perda auditiva. A Portaria 19 de 9/4/98 aboliu critérios classificatórios das PAIRO, atendo-se à técnica de exame audiométrico e ao diagnóstico etiológico (é ou não é PAIRO?) e evolutivo (houve desencadeamento e/ou agravamento da PAIRO??).

- Também o INSS somente valorizava as frequências graves e médias, utilizando a famosa "media das três" (média aritmética dos valores da via aérea das frequências tonais de 500, 1000 e 2000 Hz), não utilizando os valores das frequências agudas, onde se manifesta inicialmente a PAIRO; servia apenas para indenizar acidentes por explosões, com extensas lesões auditivas por trauma acústico. Com a nova Norma Técnica, pela Ordem de Serviço nº 608, de 4/8/98 houve total mudança nas interpretações do INSS sobre o tema.

## COMO MUDOU O ENFOQUE DA PAIRO, NESTA NOVA FASE, APÓS 1994

### O que começou a ser feito?

- seguindo os critérios divulgados pelo CONARCA, em Dez/94, a nova Portaria do MTb (24/94) criou o PCMSO, abolindo a Tabela de Fowler, mas, na prática, manteve-se a tendência sugerida na Norma Técnica de SP, de utilizar a classificação de Merluzzi e outras como Pereira, as quais – tal como a tabela de Fowler em 1978 – foram inadequadamente utilizadas, deixando de se aplicar a avaliação médica (anamnese, exames físico e complementares) e discutir-se o diagnóstico diferencial (Ocupacional X Não ocupacional??), para classificar-se as perdas auditivas com método automático, através da análise estática dos limiares audiométricos, surgindo diversos métodos informatizados de interpretação e diagnóstico das perdas auditivas.
- esta tendência, de classificar automaticamente as perdas auditivas, iniciada com a matemática da Tabela de Fowler, e continuada pelas diversas classificações das audiometrias, tem lá algumas vantagens, porém, na prática, induz a muitos erros, sendo necessário um conjunto de características para chegar-se a um diagnóstico – que é essencialmente um ato médico.

- Por se tratar de uma conclusão médica, o diagnóstico de PAIRO necessita, não apenas dos limiares audiométricos, mas de várias outras informações, positivas e negativas, com um verdadeiro 'check-list' para se chegar ao diagnóstico com eficiência e baixas chances de erro.
- Assim, o CONARCA iniciou a emissão de sucessivos boletins, que vem servindo de pilares mestres para a uniformização de condutas, redação de normas legais e aperfeiçoamento técnico
- Em 1997 alguns membros do CONARCA organizam e publicam o livro "PAIR" (Ed. Bagagem Comunicação, Porto Alegre/RS), com diversos artigos sobre o tema.
- em 1998 o Dr. Mário Ferreira Jr., que coordenou os trabalhos da equipe tri-partite que elaborou a Portaria 19/MTb, publica o livro "**PAIR – Bom Senso e Consenso**" (Ed.VK, São Paulo/SP), fornecendo bibliografia e orientações técnicas práticas para o diagnóstico da PAIR pelos médicos do trabalho.
- não deverá progredir cessada a exposição ao ruído;
- sua instalação é mais **influenciada pelos tipos de ruído** (o agudo é + lesivo), **tempo de exposição** (maior pior) e **susceptibilidade individual** (uma pessoa é diferente da outra).

---

### **CRITÉRIOS PARA SE CHEGAR AO DIAGNÓSTICO DE PAIRO:**

---

O diagnóstico de PAIRO envolve 2 etapas:

---

#### **CONCEITO DE PAIR(O): (BOLETIM Nº 1 DO CONARCA)**

---

- a **Perda Auditiva Induzida por Ruído relacionada ao trabalho** difere do Trauma Acústico (este causado por sons fortes, como numa explosão p/ex.), sendo suas principais características:
- **diminuição gradual da acuidade auditiva,**
- decorrente da **exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora;**
- é sempre **neurosensorial** (lesão das células ciliadas cocleares das orelhas internas);
- uma vez instalada é **irreversível**, quase sempre **similar bilateralmente;**
- **raramente leva à perda profunda** (em geral até 40 dBNA nos graves e 75 nos agudos);
- manifesta-se inicial, rápida e predominantemente nas **frequências agudas** de 3-4-6- KHz;
- atinge seu nível máximo nos 10 a 15 primeiros anos;
- pode se estender lenta e **gradativamente às frequências médias e graves;**
- manifesta-se como intolerância a sons intensos (**re-erutamento**) e **zumbidos;**
- **diagnóstico preliminar:** é a etapa inicial, quando o caso é triado e se supõe que a perda auditiva seja de origem ocupacional; se baseia, principalmente, na **morfologia dos audiogramas**, sendo esperada a presença da chamada "**gota acústica**" ou "**entalhe audiométrico**", caracterizada pela diminuição neurosensorial, similar em ambos ouvidos, dos limiares auditivos, em geral com pico nas frequências de 3 e/ou 4 e/ou 6 KHz ; além disso, é necessário supor que essa pessoa tenha se **exposto a ruído ocupacional**, podendo ou não **ter outra causa associada de perda auditiva** (Ocupacional ou Não Ocupacional) que não a possível exposição habitual e crônica ao ruído ocupacional.
- **diagnóstico conclusivo:** é o **verdadeiro diagnóstico**, o de certeza, **confirmado pelo médico do trabalho**, tendo ele realizado as avaliações e coletado os dados fornecidos pelos demais membros da equipe diagnóstica. Em geral envolve a avaliação com **exclusão ou associação das demais causas prováveis (diagnóstico diferencial)** e a **consolidação da trilogia causal: audiogramas típicos, exposição ocupacional ao ruído compatível com o estágio evolutivo da PAIRO e ausência ou interferência de outras causas que possam ter causado a perda auditiva**, podendo ocorrer a **somação de causas ocupacionais** (somente exposição crônica ao ruído ou a explosões ou associado a outros riscos ocupacionais como solventes) e **causas não ocupacionais**, como presbiacusia (perda natural pela idade, podendo esta ser mais precoce em alguns indivíduos), doenças dos ouvidos, doenças sistêmicas (víroses de infância, metabólicas como diabetes e dislipidemias) e causas hereditárias, traumáticas (pancadas na cabeça, traumas acústicos), etc. como veremos adiante.

## METODOLOGIA PARA SE CHEGAR AO DIAGNÓSTICO DE PAIRO

- **profissionais habilitados: é um trabalho em equipe** com médicos do trabalho/otologista/otorrinol./clínicos especialistas e **fonoaudiólogos**;
- as **fonoaudiólogas** realizam os exames audiológicos;
- o **otorrinol. e/ou otologista** exclui patologias auditivas e sugere o diagnóstico de PAIRO;
- o **médico do trabalho é o responsável pelo diagnóstico**, após ouvidos os demais profissionais, incluindo **higienista ocupacional / Eng.Seg.Trab.** (avaliação da exposição ao ruído e a outros agentes otoagressivos ocupacionais) e **especialistas médicos** (endocrinologista, clínico, etc, avaliando causas sistêmicas não otológicas de perda auditiva);
- **AUDIOMETRIAS COM TÉCNICAS ADEQUADAS:** como o diagnóstico se baseia primordialmente nos exames audiométricos, é necessário que estes sigam as técnicas internacionais padronizadas e possam ser comparados sequencialmente na série audiométrica.
- **repouso auditivo mínimo de 14 horas:** evita o registro da **perda auditiva temporária**, a qual frequentemente ocorre (nem sempre) quando o exame é realizado durante a jornada de trabalho; somente se admitem exames durante o expediente quando, após comparados a exames anteriores realizados em repouso auditivo (exame de referência), não se verificar alteração significativa que possa ter ocorrido pelo acréscimo de perda auditiva temporária (ou Alteração Temporária dos Limiares Auditivos = ATLA);
- **ambiente silencioso normatizado:** o ruído externo mascara os sinais emitidos pelo aparelho de teste (audiômetro), de modo que é necessário que os níveis de ruído no local de exame sejam muito baixos, podendo ser admitidos níveis um pouco mais elevados para os ruídos agudos, mas não os graves, conforme a norma ISO 8253-1, sendo necessário avaliar esses níveis de ruído por decibelímetro com bandas de oitava, não podendo ser mais que 5 dB de Nível de Pressão Sonora (NPS) superiores ao estipulado a norma:

NPS nas frequências	Via aérea	Via óssea
0,25KHz	27	21
0,5KHz	26	16
1KHz	41	15
2KHz	38	16
3KHz	42	12
4KHz	44	10
6KHz	42	17
8KHz	41	23

- **audiômetro calibrado e revisado:** como são aparelhos eletrônicos e sensíveis, em especial se transportados e podendo sofrer pancadas e descalibrar, necessitam estar emitindo sons devidamente específicos e calibrados, sendo obrigatória a **calibração anual** (certificado) e, sempre que necessário, a **calibração biológica**, quando a fonoaudióloga realiza uma audiometria teste em si mesma ou em pessoa com limiares estáveis e previamente conhecidos, avaliando o resultado e conferindo a calibração do aparelho;
- **limiares auditivos** são expressos em dBNA (Nível de Audição) e devem ser obtidos, no mínimo, **nas frequências tonais** (sons ou tons puros) **de 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz**, sempre na **via aérea** e, se necessário, na **via óssea**. A PAIRO é uma perda auditiva neurosensorial (perdas acopladas e equivalentes da via aérea e da óssea) típica das frequências tonais agudas (em geral na faixa de 3 a 8 KHz), caracterizando a chamada "gota acústica". A via óssea somente pode deixar de ser realizada quando se dispõe de audiometria anterior (de referência) com perda acoplada nas vias aérea e óssea e no exame atual a via aérea está inalterada em relação a esse exame referencial anterior.
- Utilizar todos os **recursos técnicos** inerentes à audiometria, incluindo o **mascaramento**, e nos casos de perda auditiva que incluam a denominada "área da percepção da fala" (à partir de 3 KHz), realizar **testes de percepção de fala e discriminação vocal** para avaliar objetivamente possíveis **queixas de dificuldade de entender palavras em voz humana** e **quantificar possíveis limitações psicossociais decorrente da perda auditiva**

**INTERPRETAÇÃO MÉDICO-OCUPACIONAL  
DAS AUDIOMETRIAS TONAIS:**

- avaliar se as audiometrias seguiram uma **padronização técnica** que convalidam os resultados expressos, desde profissional habilitado, repouso auditivo, local silencioso, audiômetro calibrado, tons e vias aérea/óssea testados; na dúvida, os exames poderão ser utilizados na interpretação se aqueles duvidosos mantiverem coerência com exames referenciais posteriores realizados com técnicas adequadas; é comum encontrar audiometrias mais antigas realizadas com técnicas total ou parcialmente inadequadas, que deverão ser desprezadas para esse fim.
- os diagnósticos são mais facilmente firmados numa **série audiométrica** do que numa **audiometria única**, quando se reproduzem e confirmam-se as características da perda auditiva.
- na série audiométrica, considerar o **exame de referência**, no qual serão comparados os **exames sequencias** subsequentes; cada vez que ocorrer uma melhora ou piora significativa, denominada de **deslocamento do limiar padrão (DLP)**, esta audiometria passa a ser o novo referencial da série para o próximo exame sequencial; portanto, uma série audiométrica pode ser representada pelo(s) exame(s) de referência e o último exame sequencial, sendo desnecessário mostrar os demais exames sequenciais intermediários; é uma tarefa difícil, pois envolve a avaliação técnica de cada exame, exigindo experiência do profissional.

**Na audiometria única permitem-se os seguintes tipos de diagnósticos preliminares:**

- compatível com a normalidade:** limiares aéreos até 25 dBNA; devem ser avaliados casos precoces, com perda “incipiente”, com formação de gota próxima ao limite da normalidade.
- compatível com PAIRO:** gota acústica em agudos, neurosensorial e similar bilateralmente; é um provável caso de PAIRO, mas é necessário confirmação.
- possivelmente compatível com paio:** gotas acústicas atípicas, assimétricas/unilaterais; pode ou não ser PAIRO, podendo ou não estar associado a outra causa; requer confirmação.

d) **não compatível com PAIRO:** provavelmente não é PAIRO; importante confirmar.

**na série audiométrica podem ser firmados os seguintes diagnósticos preliminares:**

- estabilidade auditiva:** todas audiometrias são compatíveis com a normalidade;
  - evolução sugestiva de desencadeamento de PAIRO:** audiometria(s) referencial inicial(is) compatível(is) com a normalidade e, na sequência, audiometria referencial com aparecimento ou desencadeamento compatível ou possivelmente compatível com PAIRO;
  - evolução sugestiva de agravamento de PAIRO:** audiometria referencial compatível ou possivelmente compatível com PAIRO e, na sequência, audiometria referencial com agravamento por **DLP** (deslocamento do limiar padrão), mostrando piora evolutiva;
  - evolução não sugestiva de PAIRO:** um ou mais audiogramas não compatíveis com PAIRO e nenhum compatível ou possivelmente compatível com PAIRO;
- é importante lembrar que os **diagnósticos preliminares são apenas suposições e necessitam ser confirmados** nos seus fatores positivos (tipicidade do audiograma e exposição ocupacional ao ruído) e fatores negativos (ausência de outras causas que justifiquem a perda auditiva além do ruído, ou então, se estão associadas à PAIRO e o papel de cada uma);

**TODO DIAGNÓSTICO OCUPACIONAL DE PERDA AUDITIVA DEVE SER ETIOLÓGICO (QUAL É A CAUSA??) E EVOLUTIVO (QUANDO APARECEU OU AGRAVOU??)**

**ETAPAS PARA O DIAGNÓSTICO  
CONCLUSIVO DE PAIRO:**

- após avaliar as audiometrias e firmar o diagnóstico preliminar, para se estabelecer o diagnóstico conclusivo, o médico do trabalho deverá confirmar a ocorrência de fatores positivos e negativos. Para tal, necessitará do apoio da equipe multidisciplinar, no sentido de serem fornecidas todas as informações necessárias.

**Os seguintes fatores positivos deverão ser avaliados e confirmados:**

- a) **exposição ao ruído ocupacional:** dose/extensão da jornada /antiguidade/uso EPI/explosões, e associação de ruídos tipo ocupacional/extra-ocupacional; é importante distinguir lesões de exposição crônica ao ruído das produzidas por traumas acústicos (explosões);
- b) **exposição a agentes otoagressivos ocupacionais:** vibrações, solventes, fumos metálicos, gases asfixiantes e traumatismos cranianos diretos/indiretos;
- c) **influência da idade:** a presbiacusia é mais perceptível após os 50 ou 60 anos, mas alterações discretas na comparação das audiométrais da série podem ser devidas somente por ação da idade e não do ruído; assim, é aconselhável descontar as perdas decorrentes da idade. Sugerimos utilizar o método de correção auditiva com a idade da OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), órgão normatizador norte-americano para assuntos de saúde e segurança ocupacional, aplicável na comparação de audiometrias tomadas em diferentes idades;

Vejamos um caso prático abaixo, quando se comparam 2 audiometrias de datas distintas (uma em 1984 e outra atual em 1999, com diferença de 15 anos entre ambas (de 34 para 49 anos)

- No exemplo acima, na comparação de 2 audiometrias, realizadas num intervalo de 15 anos, ao se comparar os limiares da via aérea, sem o desconto da idade (linha g, sublinhada), constata-se que nas frequências de 4 KHz/OD, 4 e 6 KHz/OE a diferença ultrapassou 15 dBNA, caracterizando Desvio do Limiar Padrão (**DLP**), bem como na análise da média aritmética das frequências agudas (3, 4 e 6 KHz), cujo valor normal de diferença é até 9 dBNA (no caso, obtivemos 12 dBNA no OE, que significa **DLP**); porém, quando se descontam os aumentos dos limiares decorrentes do aumento da idade (linha d), obtém-se resultados distintos (linha j, com duplo sublinhado), quando todos os resultados anteriormente alterados se mantêm, agora, na faixa da normalidade (NL., ou seja, até 14 dBNA) demonstrando que se descontada a perda natural da idade NÃO ocorreu Desvio de Limiares Padrões (no caso, agravamento da perda auditiva) em todas as frequências avaliadas entre um exame (1984) e outro (1999).

Ouvido/Lado – Frequências ↑ a.Evento – Observação - Procedimento†	Ouvido Direito						Ouvido Esquerdo					
	1K	2K	3K	4K	6K	Med	1K	2K	3K	4K	6K	Med
b.Limiares OSHA p/idade de 49 anos	9	9	15	21	26	21	9	9	15	21	26	21
c.Limiares OSHA p/idade de 34 anos	6	5	8	11	15	11	6	5	8	11	15	11
d.Diferença de limiares aéreas entre 49 e 34 anos	3	4	7	10	9	10	3	4	7	10	9	10
e.Audiometria realizada em 1999 aos 49 anos	10	15	30	55	45	43	10	10	35	60	40	45
f.Audiometria realizada em 1984 aos 34 anos	10	10	20	40	35	35	10	15	25	40	35	33
g.Diferença Absoluta de Limiares: 1999 -1984	0	5	10	15	10	8	0	5	10	20	15	12
h.Resultado evolutivo absoluto entre os exames	NI.	NI.	NI.	DLP	NI.	NI.	NI.	NI.	NI.	DLP	DLP	DLP
i.C/desconto da Diferença de Idades(49-34anos)	-3	1	3	5	1	-2	-3	1	3	10	6	2
j.Resultado com Desconto da Diferença de Idades	NI.	NI.	NI.	NI.	NI.	NI.	NI.	NI.	NI.	NI.	NI.	NI.

**EVOLUÇÃO COM PIORA OU MELHORA DOS LIMIARES AUDIOMÉTRICOS**

- obedecem método padronizado pela Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia e adotados na Portaria 19/MTb, que avalia o Desvio do Limiar Padrão (**DLP**), entre o exame atual e o de referência anterior.

- comparam-se limiares isolados na via aérea (também pode ser aplicado para via óssea) entre cada frequência de cada ouvido e, também entre médias aritméticas das frequências agudas (3, 4 e 6 KHz) ou graves/médias (0.5, 1 e 2 KHz), conforme tabela abaixo:

AVALIAÇÃO	INALTERADO	D.L.P.
Frequência tonal isolada	até 14 dBNA	= ou > que 15 dBNA
Média de 3 frequências	Até 9 dBNA	= ou > que 10 dBNA



- Também devem ser pesquisados e **afastados ou excluídos os seguintes fatores negativos:**

a) **exposição ao ruído extra-ocupacional:** como fones de ouvido, música alta, ferramentas domésticas, armas de fogo, ruídos no lazer e traumas acústicos (explosões extra-ocupacionais);

b) **agentes otoagressivos medicamentosos:** como a PAIRO é uma doença específica de ambas as cócleas, ela poderá ser confundida com outras sequelas determinadas por doenças ou condições que determinem lesões cocleares, como efeitos colaterais de medicamentos;

c) **doenças otológicas prévias/atuais:** muitas doenças dos ouvidos causam perdas auditivas, algumas até muito semelhantes à PAIR, pelo menos em alguma fase evolutiva dessas doenças; não podem ser esquecidas a Doença de Menière (e as “labirintites” ou labirintopatias e outras doenças neurossensoriais flutuantes de um modo geral), otites crônicas e suas sequelas, otoesclerose, neurinoma do acústico e outras. Esse diagnóstico deve ser confirmado pelo otologista (otorrinolaringologista);

d) **doenças e distúrbios prévios infecciosos, traumáticos, metabólicas e bioquímicas:** há numerosas causas sistêmicas causadoras de perdas auditivas, sendo mais conhecidas as infecções, como as viroses próprias da infância, mas que podem atingir adultos (em especial o sarampo e caxumba), escarlatina, meningite e outras doenças neurológicas, toxoplasmose, AIDs, traumatismos cranianos (pancadas na cabeça seguidas de hipoacusia), alterações das gorduras (dislipidemias/ hipercolesterolemias), dos açúcares (diabete), da glândula tireóide, doenças autoimunes, da coagulação sanguínea, do fígado, dos rins, e muitas outras. Nestes casos, o médico do trabalho avaliará cada caso e solicitará subsídios dos médicos especialistas para um adequado diagnóstico diferencial e qual a contribuição da patologia na gênese ou agravamento da perda auditiva em estudo diagnóstico;

e) **surdez e doenças otológicas hereditárias/congênitas e neonatais:** casos de surdez familiar, doenças da mãe durante a gravidez, parto com fórceps e alterações cranianas, incluindo perdas auditivas, malformações crânio-faciais congênitas, doenças infecciosas/metabólicas neonatais, etc. Também nestas hipóteses, o médico do trabalho deve colher as informações na anamnese e solicitar subsídios de especialistas, da área e otologista.

---

### TIPOS DE DIAGNÓSTICOS CONCLUSIVOS ETIOLÓGICOS

---

Partindo do diagnóstico preliminar e após a pesquisa sistemática obrigatória, elencando todos os fatores acima, avaliando cada um dos fatores positivos e negativos, o médico do trabalho poderá estabelecer os seguintes diagnósticos conclusivos ocupacionais, com relação à causa da perda auditiva:

1. **NORMALIDADE AUDITIVA:** não há perda auditiva como seqüela, sendo os limiares atuais normais, podendo ter sido alterados no passado por fatores não ocupacionais, ou então, por perda auditiva temporária (ATLA = Alteração Temporária dos Limiares Auditivos).
2. **PAIRO como entidade ISOLADA:** afastam-se todos os fatores negativos e confirmam-se os positivos, de modo que trata-se de uma perda auditiva (alteração permanente e irreversível dos limiares auditivos = APLA), cuja causa única é a exposição ocupacional ao ruído.
3. **PAIRO ASSOCIADA a OUTRA CAUSA OCUPACIONAL:** é uma PAIRO, decorrente da exposição ocupacional ao ruído, porém, há, certamente, a **co-participação de outro(s) fator(es) ocupacional(is)** como trauma acústico (explosões ocupacionais), traumas cranianos (acidentes do trabalho), exposição ocupacional a solventes, fumos metálicos, ga-

ses asfíxiantes; a grande dificuldade será de avaliar a participação individual de cada agente ocupacional, sendo necessário avaliar evolução e dosagens biológicas/ambientais, pelos meios de controle e tipos de exposição ocupacional a cada um dos agentes.

**4. PAIRO MODIFICADA por fatores NÃO OCUPACIONAIS (+ outra causa):** é uma PAIRO, decorrente da exposição ocupacional ao ruído, porém, há, certamente, a **co-participação de outro(s) fator(es) NÃO ocupacional(is)** como doenças, traumas, ototóxicos, ou qualquer outro fator identificado que alterou, somou-se ou modificou a PAIRO.

**5. PANO (Perda Auditiva Não Ocupacional) ou outra patologia como entidade isolada:** existe perda auditiva atual, que pode ser permanente ou temporária, mas, definitivamente, **NÃO é causada pela exposição ao ruído e, também, não é atribuída a outros fatores de risco ocupacionais.**

#### TIPOS DE DIAGNÓSTICOS CONCLUSIVOS EVOLUTIVOS DE PAIRO

Quando se confirmar o diagnóstico etiológico de PAIRO, deve-se passar, então ao diagnóstico CONCLUSIVO EVOLUTIVO, que deverá considerar a evolução da série audiométrica, constatando onde ocorreu o DESENCADEAMENTO (ou o aparecimento) e o AGRAVAMENTO (ou piora evolutiva) da PAIRO, especialmente em relação aos empregos e datas. Este diagnóstico é especialmente importante quando se tratar de PERÍCIA MÉDICA JUDICIAL, visando atribuir onde e quando a PAIRO se iniciou ou se agravou. O Boletim nº 5 do CONARCA (7/98, referente à Perícias sobre PAIRO), recomenda que se estabeleça a *“proporcionalidade (alocação ou atribuição) com que cada uma das ocupações anteriores contribuiu para esta perda, determinando, sempre que possí-*

*vel, a responsabilidade de cada um no seu desencadeamento ou agravamento da mesma”*.

**1. PAIRO ADQUIRIDA OU AGRAVADA NA EMPRESA ATUAL/ ESPECIFICADA:**

pela série audiométrica é possível constatar quando a PAIRO se iniciou ou se agravou em determinada empresa, desde que se disponha de audiometria admissional confiável ou da(s) realizada(s) na empresa anterior. O caso mais difícil é quando não existem audiometrias de admissão e toda a série cobre apenas parte da empresa atual/especificada, não cobrindo períodos anteriores, de modo que não se pode afirmar se a PAIRO isolada foi ou não adquirida nessa empresa ou em alguma das anteriores.

**2. PAIRO ADQUIRIDA EM EMPRESA ANTERIOR E ESTÁVEL NA EMPRESA ATUAL/ESPECIFICADA:**

ocorreu estabilidade auditiva na empresa atual ou especificada (exame admissional e periódicos sucessivos com evolução estável ou sem Desvios do Limiar Padrão).

**3. PAIRO adquirida em empresa(s) ANTERIOR(es) E AGRAVADA NA EMPRESA ATUAL:** admitido com a PAIRO e houve agravamento(s) na empresa atual/especificada.

Uma série de providências advém dos diagnósticos de PAIRO, de modo que é essencial estabelecer o diagnóstico conclusivo com real margem de segurança, para evitar dissabores de ter de “voltar atrás” com providências como notificação compulsória, remanejamento da exposição para diminuição de evolução agravada e outras providências necessárias que temos constatado, infelizmente, em nossa prática diária, tanto na prestação de serviços de diagnóstico audiológico ocupacional em empresas; ou atuando como Assistente Técnico em Perícias Médico-Ocupacionais Judiciais envolvendo perdas auditivas de trabalhadores.

# COMPARANDO LARANJAS COM BANANAS

JOSÉ ROBERTO F. ARRUDA

*José Roberto F. Arruda, Laboratório de Vibroacústica, Departamento de Mecânica Computacional, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP CEP 13083-970, arruda@fem.unicamp.br*

Todos no Brasil conhecem a expressão "você está comparando laranjas com bananas!", que significa que não se devem comparar coisas de diferentes tipos e, portanto, não comparáveis. Isto ocorre freqüentemente na prática de análise espectral de sinais experimentais, particularmente na área de vibração e ruído. A confusão é devida principalmente ao fato de que a mesma ferramenta matemática é normalmente utilizada para calcular diferentes tipos de espectro, a Transformada de Fourier Discreta, DFT (do inglês, "Discrete Fourier Transform"). A DFT é implementada em computadores digitais ou "chips" de processamento de sinais (DSP) utilizando algoritmos rápidos denominados de Transformada de Fourier Rápida, FFT (do inglês, "Fast Fourier Transform"). Isto não significa, entretanto, que os espectros de diferentes tipos de sinais possam ser comparados em termos de suas amplitudes. Svend Gade and Henrik Herlufsen da B&K expuseram claramente esta questão há alguns anos [1], mas ainda parece haver bastante confusão de conceitos nesta área.

Tanto matematicamente como fisicamente, sinais transitórios, periódicos e aleatórios são de natureza diferente. Utilizando a terminologia usual de processamento de sinais, podemos chamar de energia do sinal a integral no tempo de seu valor absoluto ao quadrado, com unidades  $UE^2$ s, onde UE representa qualquer unidade de engenharia como, por exemplo, Newtons, metros por segundo, etc. Portanto, apenas sinais transitórios (quadrado integráveis ou, falando em termos práticos, com uma duração finita no tempo) podem ter uma representação na forma de energia espectral. O espectro de um sinal transitório pode ser calculado utilizando a integral (ou transformada) de Fourier e é uma função contínua da freqüência. Para se obter a energia do sinal numa determinada faixa de freqüências é necessário integrar o espectro nesta faixa. Desta forma, a amplitude do espectro de um sinal transitório é expressa em termos de energia por freqüência, usualmente expresso em  $UE^2$  s/Hz, e é chamado de Densidade

Espectral de Energia, ESD (do inglês, "Energy Spectral Density"). A ESD pode ser calculada a partir da DFT elevando ao quadrado o valor absoluto dos coeficientes complexos da DFT e multiplicando o resultado por  $T^2$ , onde T é a duração do bloco de dados adquirido, expressa em segundos. Temos que  $T=N/fs$ , onde fs é a freqüência de amostragem (do inglês, "sampling frequency") e N o número de amostras do bloco adquirido. O princípio de conservação da energia em processamento de sinais (teorema de Parseval) estabelece que a integral do valor absoluto do sinal ao quadrado (sua energia) é igual à integral de sua ESD. O fator de correção para a ESD calculada via a DFT pode ser obtido a partir da fórmula de Poisson [2], que relaciona a série à transformada de Fourier.

Se o sinal é periódico, sua potência (energia por unidade de tempo) em  $UE^2$  para uma dada freqüência múltipla (ou harmônica) da freqüência fundamental é simplesmente o valor absoluto do coeficiente da série de Fourier (também chamado coeficiente de Euler-Fourier) elevado ao quadrado. A conservação da energia, neste caso, estabelece que a soma dos quadrados dos valores absolutos dos coeficientes da série de Fourier é igual ao valor médio quadrático do sinal. Os coeficientes da DFT são aproximadamente iguais aos coeficientes da série de Fourier se um número inteiro de períodos é amostrado e se o critério de Nyquist é respeitado, isto é, se a freqüência de Nyquist (metade da freqüência de amostragem) é maior que a maior freqüência presente no espectro do sinal. Esta condição pode ser garantida colocando um filtro passa baixas (chamado filtro "anti-aliasing") no caminho do sinal analógico antes de fazer a conversão analógica/digital. O uso da DFT implica sempre em tratar o sinal adquirido como se fosse um período de um sinal periódico e calcular os coeficientes da série de Fourier que representa este sinal periódico. Se o bloco de sinal adquirido não corresponde a um número inteiro de períodos, haverá um erro de "circularidade", chamado de "leakage" porque causa um

"vazamento" (em inglês, "leak") da potência do sinal de uma determinada linha de frequência para as linhas vizinhas, o que pode diminuir a amplitude do pico correspondente de quase a sua metade. Janelas no tempo podem ser utilizadas para diminuir o erro de "leakage" na amplitude ao custo de uma menor resolução em frequência [2]. O espectro resultante para um sinal periódico é chamado de Espectro de Potência, PS (do inglês, "Power Spectrum").

Finalmente, se o sinal é aleatório estacionário (aquele cujas propriedades estatísticas não variam no tempo), pode ser caracterizado por seu valor médio quadrático, isto é, sua potência. A distribuição da potência na frequência é a Densidade Espectral de Potência, PSD (do inglês, "Power Spectral Density"), com unidades  $UE^2/Hz$ . A PSD pode ser obtida por filtragem do sinal aleatório com um filtro passa-banda e cálculo do seu valor médio quadrático, ou estimando sua função de auto-correlação e calculando a sua integral de Fourier. Pode-se mostrar [2] que usar a DFT é equivalente tanto a fazer o cálculo por filtragem como a transformar a função de auto-correlação. A DFT corresponde a um banco de filtros de largura constante. Como o sinal aleatório não tem um período, erros de "leakage" sempre estarão presentes. Eles podem, entretanto, ser minimizados utilizando janelas temporais adequadas, sendo a de Hanning, que tem a forma de uma senóide elevada ao quadrado, a mais utilizada. Pode-se mostrar que a aplicação da janela de Hanning no domínio do tempo é equivalente a fazer um alisamento ("smoothing") da PSD estimada, substituindo a potência em cada linha de frequência pela média ponderada entre esta e as duas linhas vizinhas, estas últimas ponderadas com um fator de 1/4. A largura de banda da DFT é simplesmente a resolução em frequência ( $\Delta f = fs/N = 1/T$ ). A amplitude da PSD pode, portanto, ser calculada fazendo a média dos valores absolutos dos coeficientes da DFT ao quadrado e dividindo o resultado pela resolução em frequência.

Apesar de não ser necessário, em princípio, fazer médias para estimar o espectro de sinais determinísticos (transitórios e periódicos), usualmente fazem-se médias para verificar a repetibilidade do resultado e para filtrar o ruído de medição, que sempre está presente em sinais obtidos experimentalmente. No caso de sinais aleatórios, é imperativo fazer médias, e o número de médias determina a precisão do espectro estimado. O erro estatístico na amplitude da PSD é proporcional ao recíproco da raiz quadrada do número de médias [3]. No caso de

sinais determinísticos, esta é a taxa de atenuação do ruído aleatório aditivo presente no sinal que se consegue fazendo médias. Portanto, o procedimento usado para estimar um espectro utilizando a DFT consiste em calcular a DFT dos blocos de dados adquiridos (com ou sem sobreposição) e fazer a média dos quadrados dos valores absolutos dos coeficientes da DFT. O resultado obtido já é o PS. A ESD pode ser estimada multiplicando o resultado por T e dividindo por  $\Delta f$ , o que é equivalente a dividir por  $\Delta f^2$ , enquanto que a PSD é obtida dividindo o resultado por  $\Delta f$ . Portanto, fica evidente que os resultados obtidos para os três tipos de espectro serão numericamente diferentes para um mesmo sinal e que vão ser afetados de forma diferente quando a resolução em frequência  $\Delta f$  é alterada.

Se um tipo de sinal não for representado com o tipo apropriado de espectro, a alteração de  $\Delta f$  mudará o resultado numérico da amplitude do espectro, o que não deveria ocorrer se forem tomados os devidos cuidados para evitar erros de "aliasing" e "leakage". Por outro lado, se o tipo adequado de espectro for utilizado, isto não ocorrerá. Esta propriedade dos tipos de sinal e seus espectros pode ser utilizada até para determinar o tipo predominante do sinal que está sendo analisado (se periódico, transitório ou aleatório) quando isto não for conhecido a priori [4].

É de fundamental importância que engenheiros e técnicos que trabalham com processamento de sinais tenham plena consciência de que cada tipo de sinal tem sua representação espectral e que o fato dos analisadores de espectro permitirem mudar facilmente de um tipo de espectro para outro não quer dizer que a escolha seja arbitrária. Comparar as amplitudes de espectros de sinais transitórios, periódicos e aleatórios é o mesmo que comparar laranjas com bananas.

## REFERÊNCIAS

- [1] Gade, S. and Herlufsen, H., "Signals and Units," B&K Technical Review, No. 3, 1987, pp. 29-38.
- [2] Papoulis, A., Signal Analysis, McGraw-Hill, 1977.
- [3] Bendat, J.S. and Piersol, A.G., Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis, J. Wiley & Sons, 1980.
- [4] Arruda, J.R.F. and Godoy, E., "A Peak Classification Technique in Digital Spectral Analysis," Proceedings of IMAC 7, Las Vegas, NV, 1989, pp. 1582-1586.

COMPARANDO LARANJAS COM BANANAS

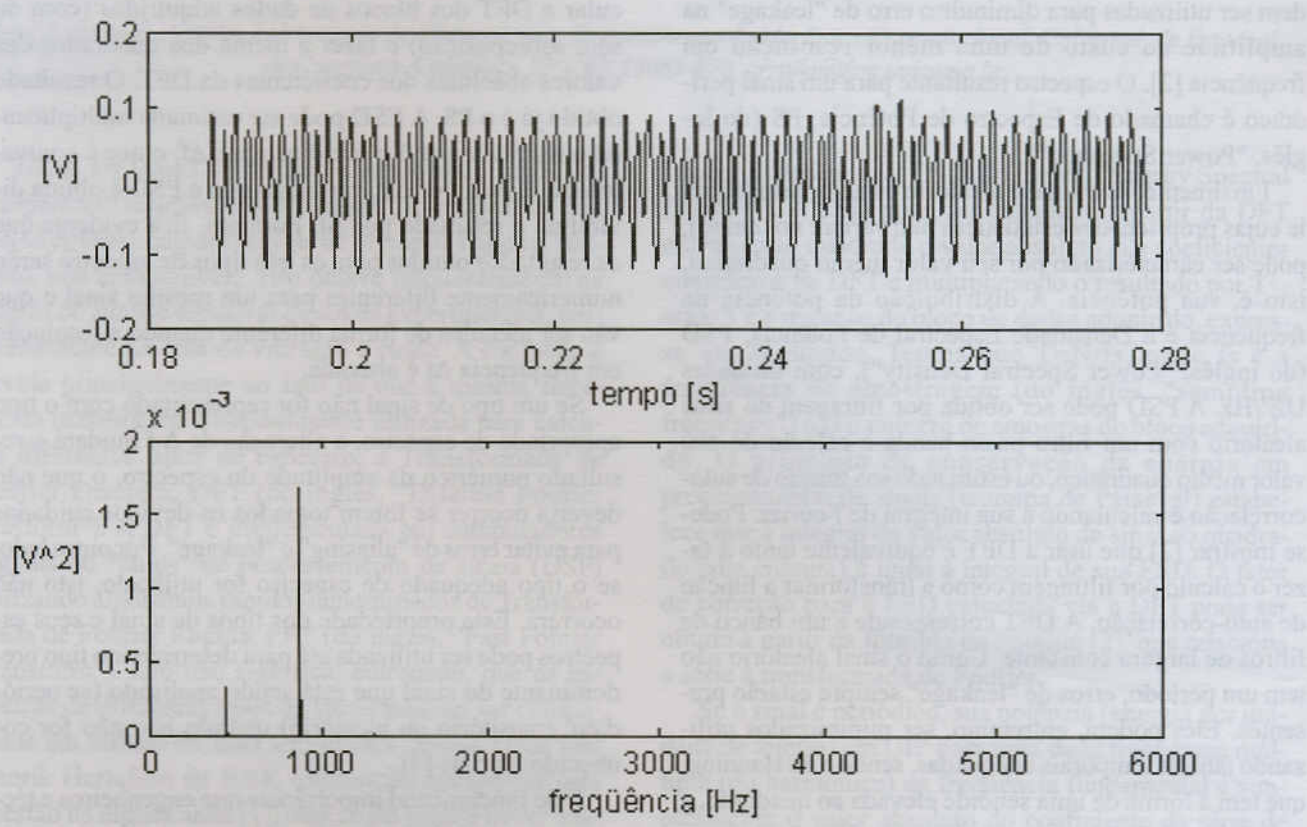


Figura 1: Exemplo de sinal periódico e seu espectro de potência (PS). Sinal de pressão sonora de voz cantando a nota musical "la" medido com um microfone de placa de som de computador e adquirido com frequência de amostragem de 11025 Hz e 8 bits de quantização. O valor médio quadrático do sinal é igual à soma dos valores das amplitudes do PS e vale 0.0036 V<sup>2</sup>.

Programa em MATLAB (The Mathworks, Inc.) v. 4.2 para gerar a Figura 1 (o arquivo la.wav pode ser gerado por qualquer programa de gravação de placa multimídia para PC):

```
[y,Fs]=wavread('la.wav');
y=y-mean(y);
y=y/1000;
N=4096;
t=(0:4095)/Fs;
f=(0:(N/2-1))*Fs/N;
```

```
Y=(y(1:N));
S=fft(Y)/N;
subplot(211),plot(t((N/2+1):(N/2+N/4)),Y((N/2+1):(N/2+N/4)))
xlabel('tempo [s]')
ylabel('[V]')
subplot(212),plot(f,2*abs(S(1:N/2)).^2)
xlabel('frequência [Hz]')
ylabel('[V^2]')
mean(Y.^2)
sum(2*abs(S(1:N/2+1)).^2)
```

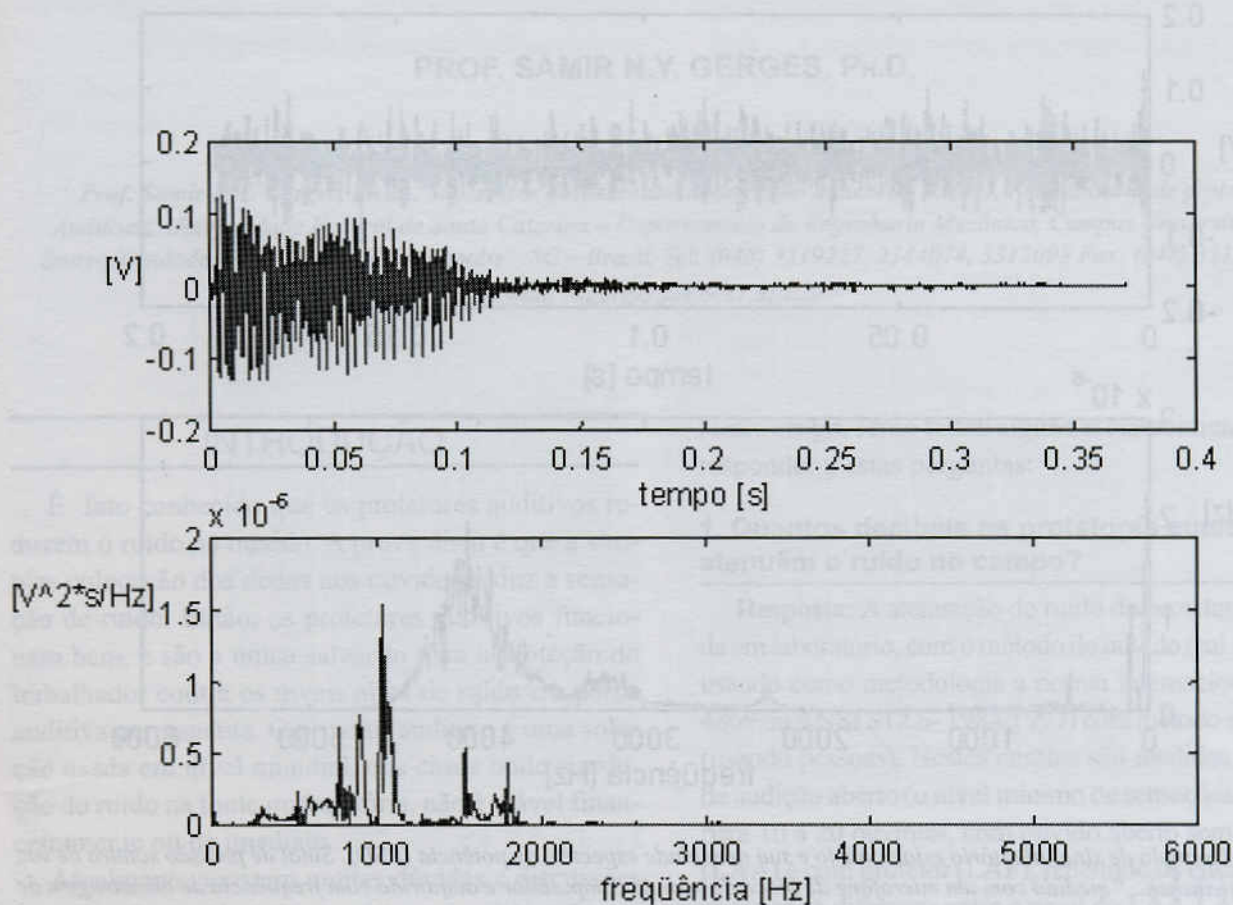


Figura 2: Exemplo de sinal transitório e sua densidade espectral de energia (ESD). Sinal de pressão sonora de voz dizendo "tá" medido com um microfone de placa de som de computador e adquirido com frequência de amostragem de 11025 Hz e 8 bits de quantização. A energia do sinal obtida integrando a amplitude do sinal ao quadrado é igual à integral da ESD e vale  $2.2 \times 10^{-4} \text{ V}^2 \cdot \text{s}$ .

Programa em MATLAB (The Mathworks, Inc.) v. 4.2 para gerar a Figura 2 (o arquivo ta.wav pode ser gerado por qualquer programa de gravação de placa multimídia para PC):

```
[y,Fs]=wavread('ta.wav');
y=y-mean(y);
y=y/1000;
N=4096;
t=(0:4095)/Fs;
T=4096/Fs;
```

```
f=(0:(N/2-1))*Fs/N;
Y=y(351:N+350);
S=fft(Y)/N;
subplot(211),plot(t,Y)
xlabel('tempo [s]')
ylabel('[V]')
subplot(212),plot(f,2*abs(S(1:N/2)*T).^2)
xlabel('frequência [Hz]')
ylabel('[V^2*s/Hz]')
sum(Y.^2)/Fs
sum(2*abs(S(1:N/2+1)*T).^2)/T
```

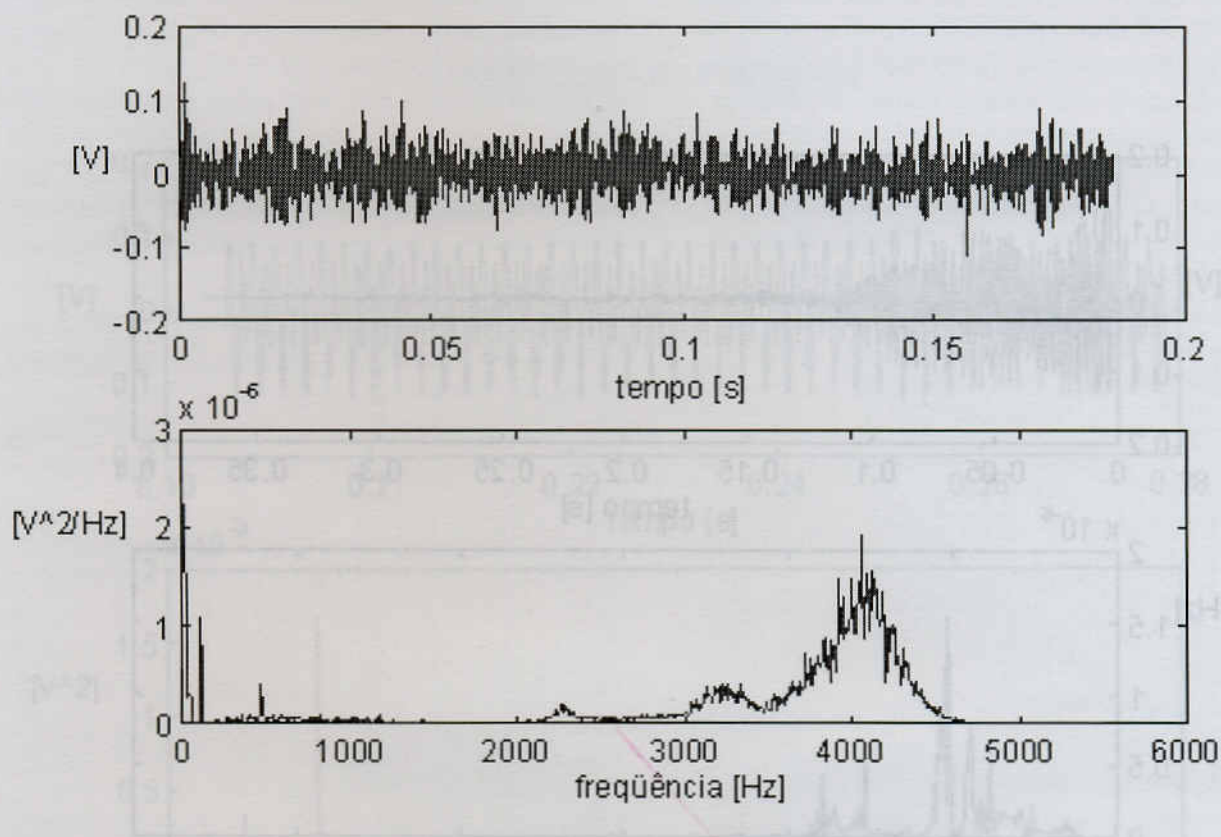


Figura 3: Exemplo de sinal aleatório estacionário e sua densidade espectral de potência (PSD). Sinal de pressão sonora de voz dizendo "shshshsh..." medido com um microfone de placa de som de computador e adquirido com frequência de amostragem de 11025 Hz e 8 bits de quantização. A potência média do sinal obtida calculando o valor médio quadrático do sinal no tempo é igual à integral da PSD e vale  $0.001 \text{ V}^2$ .

Programa em MATLAB (The Mathworks, Inc.) v. 4.2 para gerar a Figura 3 (o arquivo sh.wav pode ser gerado por qualquer programa de gravação de placa multimídia para PC):

```
[y,Fs]=wavread('sh.wav');
y=y-mean(y);
y=y/1000;
N=2048;
t=(0:N-1)/Fs;
T=N/Fs;
f=(0:(N/2-1))*Fs/N;
S=zeros(N,1);
H=hanning(N);
ni=1;count=0;
while (ni+N-1) <= length(y),
```

```
Y=y(ni:ni+N-1);
Y=Y.*H;
S=S+2*abs(fft(Y)/N).^2*T;
count=count+1;
ni=ni+N/2;
end
S=S/count*8/3;
subplot(211),plot(t,y(1:N))
xlabel('tempo [s]')
ylabel('[V]')
subplot(212),plot(f,S(1:N/2))
xlabel('frequência [Hz]')
ylabel('[V^2/Hz]')
mean(y.^2)
sum(S(1:N/2))/T
```

# PROTETORES AUDITIVOS: UM NOVO NRR<sub>SF</sub>

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

*Prof. Samir N.Y. Gerges, Ph.D., Supervisor do Laboratório de Ruído Industrial (LARI), Para Ensaios de protetores Auditivos, Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitário Bairro Trindade – Cx.P. 476 – Florianópolis – SC – Brasil, Tel: (048) 3319227, 2344074, 3317095 Fax: (048) 3319677, e-mail <gerges@mbox1.ufsc.br>*

## INTRODUÇÃO

É fato conhecido que os protetores auditivos reduzem o ruído no ouvido. A prova disto é que a simples colocação dos dedos nos ouvidos reduz a sensação de ruído. Então, os protetores auditivos funcionam bem, e são a única salvação para a proteção do trabalhador contra os níveis altos de ruído e a perda auditiva permanente. O protetor auditivo é uma solução usada em nível mundial, nos casos onde a redução do ruído na fonte ou trajetória, não é viável financeiramente ou de imediato.

Atualmente, existem muitas dúvidas e discussões entre técnicos na área de segurança e medicina do trabalho, também nos processos jurídicos sobre os protetores auditivos; tais como:

- (1) Quantos decibéis os protetores auditivos atenuam o ruído para os usuários no campo ?
- (2) Há transmissão de ruído pelo osso e tecido humano para o sistema auditivo? Há também transmissões do ruído pelo piso através dos pés até o ouvido ? Será que esta transmissão diminui a eficiência do protetor?
- (3) Existem muitos casos em que os trabalhadores usam protetores auditivos por muitos anos, mas tem perdas auditivas permanentes adquiridas então, será que o protetor não funciona ?
- (4) Como está o uso de protetores auditivos nos países do primeiro mundo ?
- (5) Por quê os engenheiros não resolvem o problema e reduzem o ruído nos projetos das máquinas e processos industriais ?

Neste artigo, serão feitos alguns esclarecimentos para responder a estas perguntas:

### 1. Quantos decibéis os protetores auditivos atenuam o ruído no campo?

**Resposta:** A atenuação do ruído do protetor é medida em laboratório, com o método do ouvido real (REAT), usando como metodologia a norma internacional (ISO 4869 ou ANSI S12.6- 1984/1997) com método subjetivo (usando pessoas). Nestes ensaios são medidos o limiar de audição aberto (o nível mínimo de sensações de som) para 10 a 20 ouvintes, com ouvido aberto sem protetor (LAA) e com protetor (LAF), repetindo os ensaios várias vezes. A diferença entre o nível do LAA-LAF, fornece atenuação do protetor em dB e então, é calculada a atenuação média e desvio padrão. Após é calculado o número único, Nível de Redução de Ruído (NRR).

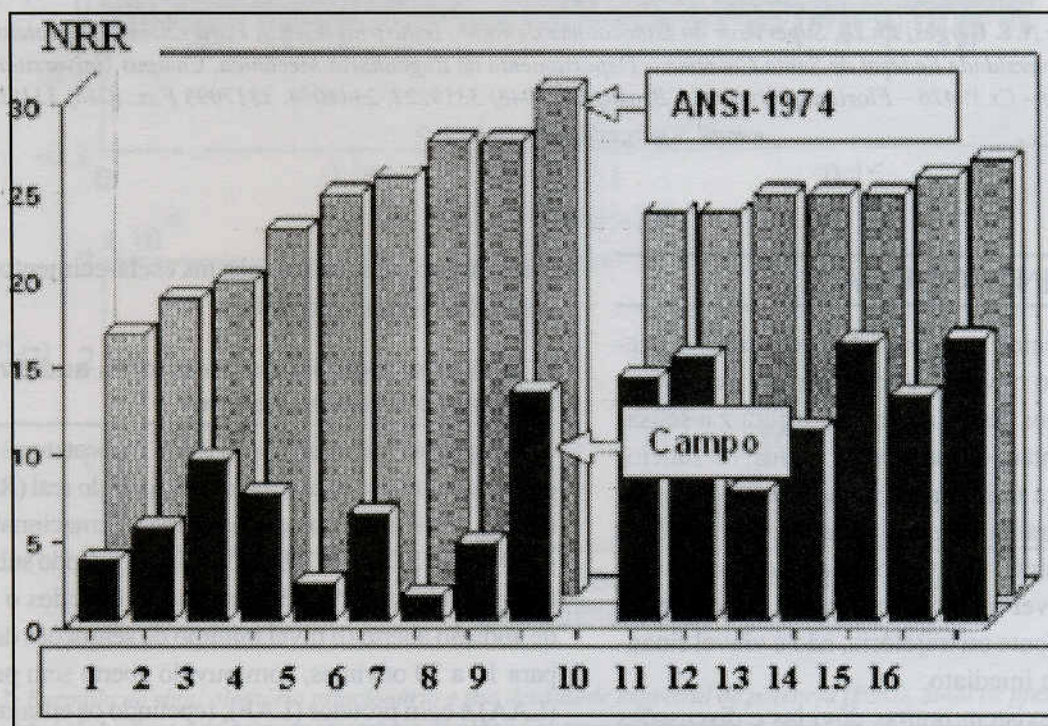
A atenuação medida no laboratório é geralmente maior do que a atenuação conseguida pelo trabalhador no campo. As razões disto são:

- (a) Os ouvintes no laboratório colocam os protetores para fornecer atenuação máxima enquanto o trabalhador no campo coloca o protetor para conforto máximo;
- (b) O ouvinte no laboratório é sentado confortavelmente por pouco tempo, enquanto o trabalhador no campo executa atividades físicas e movimentos durante a jornada, por exemplo de 8 horas diárias;
- (c) O ouvinte é bem treinado para uso de protetor enquanto o trabalhador freqüentemente não é treinado;
- (d) O ouvinte escolhe o tamanho certo do protetor, com colocação e ajuste correto no ouvido enquanto o trabalhador mal ajusta o protetor.



A figura 1 mostra a diferença entre NRR medido no laboratório e no campo para vários protetores tipo plug e concha. Deve-se lembrar, que qualquer diferença de até 3

dB no valor de NRR não é significativa e não reflete o melhor protetor. Serão feitos maiores esclarecimentos sobre atenuação de ruído dos protetores.



**Figura 1: NRR do campo e de Laboratório (ANSI-1974)**

1 a 9 são pluges das seguintes marcas: 1: Down; 2: Custom; 3: Sound-Ban; 4: UltraFit; 5: V-51R; 6: POP/Soft; 7: EP100; 8: 3-flange; 9: E.A.R foam.

10 a 17 são tipo concha das seguintes marcas: 10: Peltor H9A; 11: Misc.Muffs; 12: MSA MK IV; 13: Helberg No Noise; 14: Bilsom 2313; 15: Petor H7P3E; 16: Bilsom UF-1

**2. Há transmissão do ruído para o sistema auditivo através dos ossos, tecidos humanos ou pés? – Será que esta transmissão diminui a eficiência do protetor?**

**Resposta:** Sim, existe transmissão do ruído através dos ossos e tecidos humanos para o sistema auditivo, com uma diferença de quase 45 dB em relação a transmissão do ruído via ar no canal do ouvido externo. Isto é, o efeito de vazamento do ruído via transmissão pelos ossos e tecidos, começa a ser importante para os protetores que fornecem atenuação superior a 45 dB. A conclusão é que esta transmissão do ruído via ossos e tecidos pode ser ignorada.

**3. Existem muitos casos em que os trabalhadores usam protetores auditivos por muitos anos, mas tem perdas auditivas permanentes adquiridas então, será que o protetor não funciona?**

**Resposta:** Algumas das razões que a implantação do uso dos protetores auditivos não fornece resultados esperados para a proteção dos trabalhadores são:

- (a) Colocação não adequada do protetor auditivo por falta de treinamentos periódicos. A colocação do protetor tipo concha é mais fácil do que a do protetor tipo inserção.

- (b) A escolha não adequada do protetor para o espectro do ruído no ambiente. A escolha do protetor auditivo deve ser feita com critérios científicos.
- (c) O não uso do protetor auditivo em 100% do tempo de exposição ao ruído. Um simples cálculo mostra que, um protetor com  $NRR=20dB$ , usado durante 4 horas numa jornada de 8 horas com nível de exposição de  $100dBC$ , fornece um nível equivalente a  $97dBA$ , isto é, o usuário ganhou apenas  $3dB$  de atenuação.
- (d) Pode existir perdas auditivas durante horários de lazer causados pela exposição ao ruído da prática de algumas atividades, tais como: música alta, dirigir motocicletas, etc.
- (e) A falta da escolha de um protetor auditivo CONFORTÁVEL, faz com que o usuário não aceite o uso dele, colocando-o de forma incorreta e não usando-o o tempo todo.

#### 4. Como está o uso dos protetores auditivos nos países do primeiro mundo?

**Resposta:** Existem cerca de 1.000 marcas de protetores auditivos em nível internacional do tipo inserção, concha, capa do canal e acoplado a capacete. Assim, a seleção do protetor deve ser feita com certos critérios. Os parâmetros principais para a seleção do protetor são:

- (1) Conforto;
- (2) Nível de redução de ruído ( $NRR$ ) do protetor;
- (3) Tipo do ambiente, especificamente à temperatura ambiente;
- (4) Tempo de uso;
- (5) Compatibilidade com outros equipamentos de segurança;

Não existe o melhor protetor para todos os casos, cada tipo/marca tem suas vantagens e desvantagens. Os protetores tipo concha são fáceis de colocar corretamente, mas são desconfortáveis em ambientes quentes e para períodos de uso longo.

Os protetores do tipo inserção são leves e mais confortáveis, porém são difíceis de serem colocados corretamente, a pessoa que for utilizá-los, deve manter as mãos limpas. Estes protetores não são aceitos em alguns ambientes industriais, tais como indústrias de

alimentos (devido ao risco dos protetores caírem dentro dos alimentos em fabricação).

O uso do capacete deve ser feito com o protetor tipo concha acoplado a capacete ou com tipo inserção. O aumento do peso do capacete com protetor tipo concha acoplado ou o processo de rolar o protetor de inserção antes de colocar o capacete, impõe certas dificuldades ao usuário.

As considerações acima são utilizadas para escolher o tipo de protetor: concha ou inserção. A escolha do tipo particular (moldável, espuma expandida, etc.) deve ser feita nos critérios de conforto, aceitação e atenuação (nesta mesma ordem).

Os trabalhadores do primeiro mundo e outros expostos ao ruído usam os protetores auditivos corretamente e durante todo o tempo de exposição. Eles estão acostumados a usar os protetores auditivos, da mesma forma como usam o cinto de segurança no carro e são disciplinados pois conhecem o efeito irreversível do ruído no sistema auditivo.

#### 5. Porque os engenheiros não resolvem o problema de reduzir o ruído nos projetos das máquinas e processos industriais?

**Resposta:** No início da era industrial os ruídos e vibrações gerados pelas máquinas e processos industriais eram considerados o inimigo invisível do trabalhador, por falta de conhecimento e técnicas disponíveis. Com o progresso industrial rápido e irreversível, o ruído passou, então, a ser considerado como uma das fontes de problemas de saúde.

Desta forma, as autoridades competentes começaram a estabelecer limites dos níveis de ruído. As técnicas de controle de ruído foram, então, sendo desenvolvidas. Hoje existem soluções práticas e viáveis para quase todos os problemas de ruído, a única barreira é o custo de fabricação e montagem destes dispositivos de redução de ruído.

Por exemplo, uma máquina silenciosa que fornece o mesmo rendimento de outra ruidosa custa 2 a 3 vezes mais caro. Neste contexto, o custo do produto fica alto e os fabricantes não conseguem competir com outros. Soluções aplicadas nas máquinas e processos ruidosos já existem e são muito mais caras do que se as máquinas fossem compradas com dispositivos de controle, espaço físico, etc. Por exemplo, os ventiladores industriais são elementos ruidosos e precisam

da colocação de silenciadores na entrada e saída do ar. Se a aquisição destes ventiladores foi realizada com os silenciadores desde o processo de compra, então no projeto dos ventiladores serão consideradas a perda de carga causada pela presença do silenciador, o espaço físico na tubulação e a estrutura necessária de montagem. E ao contrário, caso estes silenciadores tenham sido adquiridos depois, o projeto sobre o problema de perda de carga do ventilador, falta de espaço físico para colocação dos silenciadores e a necessidade de estrutura de montagem torna a solução da problema muito cara.

### ATENUAÇÃO DE RUÍDO DO PROTETOR

A atenuação de ruído do protetor deve ser medida no laboratório credenciado pelo INMETRO e MTb, usando normas nacionais e/ou internacionais.

REAT (Real Ear Attenuation at Threshold) é o método internacional mais comum para medição de atenuação de ruído dos protetores auditivos no laboratório e é baseado nas normas ISO 4869-1/90 e ANSI S12.6-1997. Todas estas normas descrevem procedimentos de laboratório para medição da atenuação de ruído fornecido pelo protetor auditivo em câmara acústica qualificada (não em cabine audiométrica).

Não existe nenhuma norma para medição de atenuação de ruído dos plugs em cabine audiométrica. A medição de atenuação é baseada na exposição dos ouvintes ao ruído em bandas de frequência (não tom-puro de teste audiométrico) e determinação do limiar de audição de um indivíduo (ouvinte) sem protetor e com protetor. A diferença entre as duas medidas fornece a atenuação do protetor. Os resultados obtidos representam a atenuação obtida para cada ouvinte específico, sob condições de colocação do protetor no laboratório. A atenuação máxima pode ser obtida usando ouvintes treinados, com a colocação do protetor por especialista executor do ensaio (Norma ANSI S3.19-1974).

O número único "Nível de Redução de Ruído - NRR" é calculado conforme tabela 1. Neste cálculo (Ref: NIOSH Technical Information, List of personal Hearing Protectors and Attenuation Data, Authors: Patricia Kroes, Roy Fleming and Barry Lempert - Publication 76-120, 1975) é considerado um ruído padrão no ambiente, chamado RUÍDO ROSA de NPS = 100 dB em todas as bandas de frequências. A tabela 1 mostra os procedimento de cálculo de NRR. Nota-se que o NRR é calculado considerando ambiente com ruído rosa, que não é o caso no campo. Portanto deve ser entendido este fato quando se usa NRR para outros cálculos.

Frequências centrais [Hz]	125	250	500	1k	2k	4k	8k
(a) Níveis em dBA de ruído rosa de 100 dB	83,9	91,4	96,8	100	101,2	101	98,9
(b) Atenuação média	13	13	18	27	30	41,5	38,5
(c) Desvio Padrão x 2	4,8	3,6	6	6,8	6	9	14,6
(d) Níveis em dBA com o uso do protetor auditivo (d) = (a) - (b) + (c)	75,7	82	84,8	79,8	77,2	68,5	75
(e) Nível total com protetor = a soma logaritmo da linha (d) = 88,3 dBA							
NRR = 107,9 - (e) - 3,0 = 16,6 = 17 dB							

Tabela 1: Exemplo de Cálculo do NRR

Os resultados obtidos de ensaios subjetivos em vários laboratórios nos EUA, todos efetuados segundo a mesma norma, mostraram grandes variações nas atenuações, desvio padrão e NRR. Resultados obtidos em oito laboratórios diferentes são mostrados na figura 2, onde o "Nível de Redução de Ruído" (NRR) obtido, tem variações entre os laboratórios, que são da ordem

de até 28 dB. As variações obtidas são, provavelmente, devido à seleção e treinamento dos ouvintes e às diferenças de colocação dos protetores nos ouvintes em cada laboratório. Portanto, é quase impossível repetir exatamente um ensaio de um laboratório em outro. Qualquer variação menor do que 3 dB nos valores de NRR não pode ser considerada relevante.

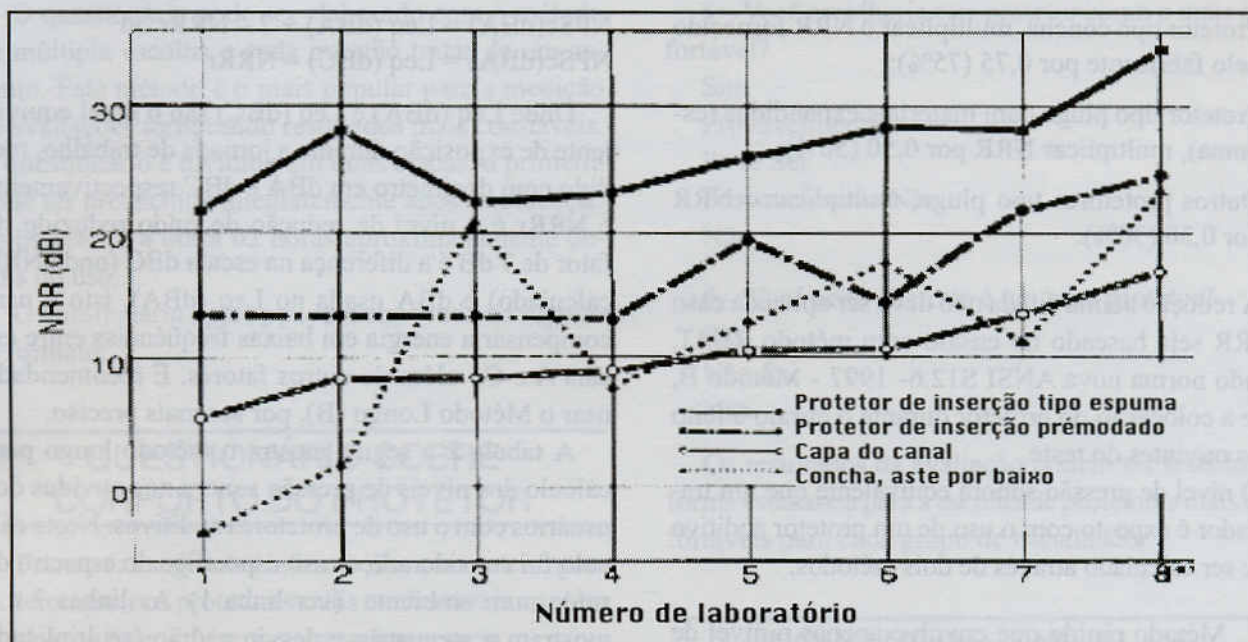


Figura 2: Comparação do NRR medido em 8 laboratórios nos EUA.

A melhor escolha do protetor auditivo é aquela em que o trabalhador aceita usá-lo corretamente, com vontade e mantendo-o colocado no ouvido o tempo todo. Os fatores de maior importância para determinar a aceitação do trabalhador no uso do protetor com consistência são:

- Acreditar que o protetor previne a perda auditiva permanente;
- Estar de acordo que o protetor deve ser colocado corretamente;
- Usar o protetor com consciência;
- Saber sobre o desconforto do protetor, mas acreditar nos benefícios de usá-lo;
- Perceber a redução de ruído fornecida pelo protetor;
- Estar com prática de colocar e retirar o protetor com maneira fácil;
- Conseguir usar o protetor junto com outros equipamentos de EPI.

Os trabalhadores no campo não conseguem obter a atenuação dos protetores medida no laboratório e fornecida pelos fabricantes, devido ao desconforto, remoção, tamanhos inadequados, ajustamentos impró-

prios, transpiração, incompatibilidade com o meio ambiente, uso com capacete, deterioração, modificação do protetor pelo usuário e dúvidas na importância e eficiência do protetor.

Os resultados obtidos através de ensaio dos protetores nos laboratórios, fornecidos pelos fabricantes são;

- (a) Atenuação média e desvio padrão em função de frequência, para frequências centrais de 1/1 oitava;
- (b) O número único "Nível de Redução de Ruído" NRR;

Atenuação, desvio padrão e "NRR" são válidos para 98% dos usuários (foi usado aqui duas vezes desvio padrão) considerando as mesmas condições de uso do protetor (colocações, ajustes, etc.) no laboratório e no campo. A colocação e ajuste do protetor no campo é geralmente pobre, portanto é recomendado que os valores de "NRR" usados, sejam reduzidos. O documento mais recente de NIOSH "Occupational Noise Exposure - 1998" recomenda que os valores de NRR fornecidos pelo fabricante (obtidas no laboratório com método REAT com colocação do protetor pelo executor de ensaios - e não pelos ouvintes testados, conforme a norma ANSI S3.19 - 1974) devem ser penalizados conforme o seguinte fator:

- Protetor tipo concha, multiplicar o NRR fornecido pelo fabricante por 0,75 (75%);
- Protetor tipo pluge com materiais expandidos (espuma), multiplicar NRR por 0,50 (50%);
- Outros protetores tipo pluge, multiplicar o NRR por 0,30 (30%).

A redução acima citada não deve ser aplicada caso o NRR seja baseado no ensaio com método REAT, usando norma nova ANSI S12.6- 1997 - Método B, onde a colocação do protetor durante o ensaio é feito pelos ouvintes do teste.

O nível de pressão sonora equivalente que um trabalhador é exposto com o uso de um protetor auditivo pode ser calculado através de dois métodos:

- (A) Método rápido que envolve apenas o nível de pressão sonora total no ambiente e “NRR”;
- (B) Método longo que envolve cálculo considerando cada banda de frequência (ver referência);

No método rápido, o nível de pressão sonora de exposição do trabalhador com o protetor NPS<sub>c</sub> em dBA é dado por:

$$NPS_c(dBA) = Leq(dBA) + 7 - NRR_r$$

$$NPS_c(dBA) = Leq(dBC) - NRR_r$$

Onde Leq (dBA) e Leq (dBC) são o nível equivalente de exposição durante a jornada de trabalho, medido com dosímetro em dBA e dBC respectivamente e NRR<sub>r</sub> é o nível de redução de ruído reduzido. O fator de 7 dB é a diferença na escala dBC (onde NRR calculado) e dBA usada no Leq (dBA), isto é para compensar a energia em baixas frequências entre escala A e C, além de outros fatores. É recomendado usar o Método Longo (B), por ser mais preciso.

A tabela 2 a seguir mostra o método longo para cálculo dos níveis de pressão sonora nos ouvidos dos usuários com o uso de protetores auditivos. Neste cálculo foi considerado o caso específico do espectro de ruído num ambiente (ver linha 1). As linhas 2 e 3 mostram a atenuação e desvio padrão (multiplicado por 2) do protetor auditivo usado (informações obtida do CA ou do fabricante ou do laboratório de ensaio). A linha 4 mostra os níveis de pressão sonora no ouvido do usuário com o uso de protetor para ter 98% de confiança. A soma logaritmo da linha 4 fornece o nível de pressão sonora total em dBA para usuário com o uso do protetor auditivo. Estes níveis não podem passar de 85 dBA para 8 horas de trabalho, conforme portaria do MTb 3214 de 1975.

Frequência central [Hz]	125	250	500	1k	2k	4k	8k
(1) NPS no ambiente em dBA	84	93,4	101,8	106	102,2	97	88,9
(2) Atenuação médio	14	19	31	36	37	48	40
(3) Desvio padrão x 2	10	12	12	14	14	14	16
(4) NPS com o uso do protetor = (a)-(b)+(c)	80	86,4	82,8	84	79,2	63	64,9
A soma logaritmo da linha (4) representa o nível com o uso do protetor = 90,3 dBA							

Tabela 2: Cálculo do nível do ruído com o uso do protetor

## CONFORTO DO PROTETOR AUDITIVO

Para que os protetores auditivos sejam realmente usados corretamente e o tempo todo pelos trabalhadores, é necessário que os mesmos sejam confortáveis. Para que possamos escolher os protetores mais confortáveis é imprescindível que tenhamos a opinião de seus usuários. Esta opinião pode ser obtida através da aplicação de um questionário onde o trabalhador avalia os vários tipos e marcas mais adequada ao seu ambiente

de trabalho, indicando assim, o protetor mais confortável para o seu uso.

Este questionário pode abordar os seguintes itens:

- 1- O conforto do protetor, imediatamente após a colocação e também no final da jornada de trabalho após horas de uso;
- 2- A facilidade de colocação e retirada do protetor;
- 3- A eficiência de atenuação de ruído do protetor percebida pelo usuário.

O questionário pode ser elaborado com o método de múltipla escolha e cada questão tratar de um assunto. Este método é o mais popular para a medição de avaliações fornecendo resultados mais confiáveis. O questionário é dividido em duas etapas: a primeira pode ser preenchida imediatamente após a colocação do protetor e a outra 02 horas aproximadamente depois do uso.

O questionário típico pode ser elaborado no seguinte formato:

### QUESTIONÁRIO SOBRE CONFORTO DO PROTETOR

Forneça as seguintes informações para que se possa determinar os protetores mais confortáveis a serem usados no futuro. Marque a resposta correta.

Nome do trabalhador: .....  
 Protetor usado: .....  
 Modelo: .....  
 Data: .....

#### I – Coloque o protetor

1. Indique o grau de conforto do protetor, marcando com X:

Mais confortável                      Menos confortável  
               

2. Introduza o protetor mais para o interior do ouvido. Agora indique o conforto:

Mais confortável                      Menos confortável  
               

3. Ajuste o protetor dentro do ouvido até escutar o mínimo de ruído. Agora indique o conforto do Protetor:

Mais confortável                      Menos confortável  
               

#### II – Use o protetor por duas (02) horas. Não tire o protetor. Não use o telefone. Ajuste o protetor dentro do seu ouvido, se for necessário.

4 – Como está o conforto do protetor agora?

Mais confortável                      Menos confortável  
               

5 – Você escolheria este protetor como o mais confortável?

Sim      
 Provavelmente                                
 Pode Ser                                        
 Provavelmente Não                            
 Não   

6 – Você acha que este é um bom protetor?

Sim      
 Não Sei      
 Não   

Os resultados da avaliação podem ser tratados de forma estatística para a escolha de protetores mais confortáveis para cada grupo de trabalhador.

### NOVO NRR<sub>SF</sub> – NÍVEL DE REDUÇÃO DE RUÍDO PARA PROTETORES AUDITIVOS

A entidade responsável pela aprovação dos EPI nos EUA “Environmental Protection Agency – EPA” exige até o momento que os fabricantes ensaiem a atenuação dos protetores auditivos com o Método do Ouvido Real (REAT) da norma ANSI S 3.19-1974, onde a **colocação do protetor nos ouvintes no laboratório de ensaio é feita pelo “Executor do Ensaio”**. Isto significa que, o protetor é bem colocado por um especialista. Neste caso, a atenuação de ruído do protetor medida e a NRR são maior do que atenuação e NRR obtida no mundo real, conseguida no campo. (ver figura 1).

O documento de NIOSH de 1998 recomenda que os valores do NRR obtidos com a norma ANSI S 13.9-1974 (colocação do protetor pelo executor do ensaio), deve ser multiplicada (penalizada ou com multa) pelos seguintes fatores:

- 1 – Protetor tipo concha; multiplicar o NRR por 0,75 (75%);
- 2 – Protetor tipo pluge de espuma expandida multiplicar o NRR por 0,5 (50%);
- 3 – Outros tipos de protetores tipo pluges, multiplicar o NRR por 0,3 (30%).

Em 1997 foi aprovada uma nova norma para os ensaios dos protetores auditivos ANSI 12.6-1997, onde existem dois métodos, um deles é chamado; Método B: **colocação do protetor pelo ouvinte**. Nesta norma os ouvintes que participam nos ensaios do laboratório não devem

ter experiência do uso do protetor, eles somente lêem as instruções dos fabricantes antes do teste. O executor do teste não pode colocar o protetor e/ou modificar a colocação e/ou conversar com os ouvintes. Também os ouvintes participam poucas vezes nos testes e são trocados por outros novos ouvintes. Portanto, os valores de atenuação, desvio padrão e NRRsf obtidos são o mais próximo possível dos valores obtidos no mundo real do campo (ver figura 3 e 4). Nota-se a aproximação dos valores de atenuação medidos no laboratório com a norma ANSI 12.6-1997(B) e os valores do mundo real.

Para os resultados dos ensaios em que se usa essa nova norma, o NRR calculado (conforme ISO 4896-2 com algumas modificações) é chamado NRRsf onde SF significa "Subject fit" = colocação pelo ouvinte) e neste caso, não é necessário aplicar os fatores da NIOSH (multas ou penalização).

A partir de 1999 os fabricantes americanos estão usando esta nova norma ANSI 12.6 – 1997 Método B), apesar que a EPA ainda não aprovou esta norma. Nos EUA, as associações dos fabricantes, entidades de classe entre outros, estão elaborando o novo selo dos protetores com a colocação do NRRsf onde está acrescentando o selo que "quando o usuário usa este protetor, 84% dos usuá-

rios podem ter esta proteção do NRRsf. A faixa dos NRRsf dos protetores existentes está entre 0 e 25".

No Brasil, o laboratório de Ruído Industrial (LARI) para ensaios de protetores auditivos da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC em acordo com MTb, os fabricantes e importadores e ainda com o grupo GE-32 da ABNT, está ensaiando o primeiro lote de 15 protetores tipo pluge de 05 fabricantes e importadores com norma ANSI 12.6 – 1997 (B) e fornecendo o NRRsf.

O NRRsf é usado pelo usuário para cálculo dos níveis de pressão sonora com uso do protetor, usando a seguinte fórmula.

Nível de Pressão Sonora no Ouvido com uso de Protetor Auditivo em dBA =

Nível de Pressão Sonora no Ouvido Sem Protetor (no ambiente) em dBA – NRRsf.

Por exemplo; caso temos um Nível de pressão sonora no ambiente de 92 dBA, e o protetor usado fornece NRRsf = 16, então 84% dos usuários serão expostos em nível de Pressão Sonora, com uso deste protetor de 76 dBA.

Este Novo NRRsf está sendo discutido ainda em nível mundial, e as novidades serão abordadas nos próximos artigos.

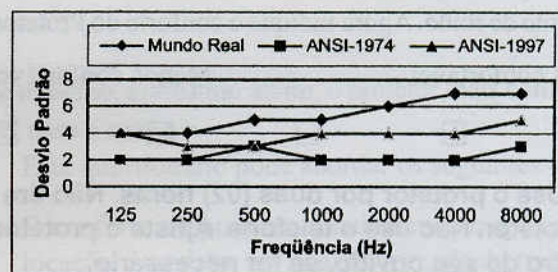
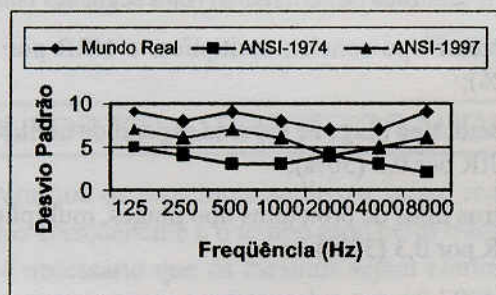
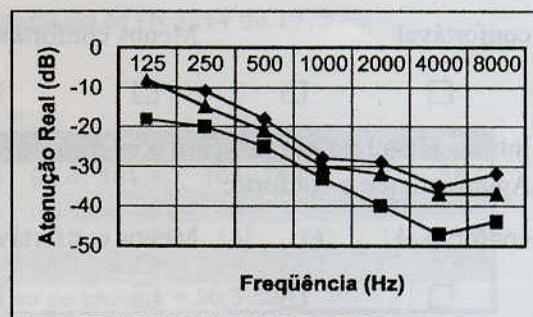
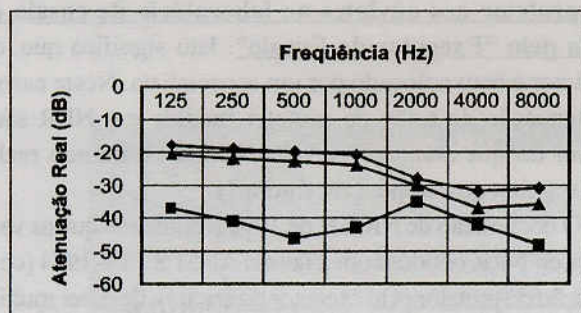


Figura 3: Três dados de atenuação e desvio padrão do pluge de espuma expandida (Classic E-A-R). **Mundo Real**: é a média de 15 estudos com 575 pessoas. **ANSI-1997**: é a média de 4 laboratórios com norma nova. **ANSI-1974**: é dados de fabricante.

Figura 4: Três dados de atenuação e desvio padrão do protetor tipo concha (Bilsom UF-1). **Mundo Real**: é a média de 3 estudos com 51 pessoas. **ANSI-1997**: é a média de 4 laboratórios com norma nova. **ANSI-1974**: são os dados dos fabricantes.

## UM CASO PRÁTICO : SILENCIADOR PARA ROOTS

Marcos Vinicius Meduri - DrM Consultoria e Acústica Industrial - (011) 4238-7219

### INTRODUÇÃO

Dentro de uma planta química um dos equipamentos mais ruidosos são os compressores e, destes, podemos considerar os roots como um dos que apresentam maior potência sonora. Logicamente, como em todas as áreas de engenharia, uma série de problemas que surgem após a instalação do equipamento podem ser evitados desde que haja um planejamento de implantação ou até mesmo uma especificação mais restritiva na fase de compra do mesmo. Mas se, por um lado, não há uma cultura estabelecida em nosso meio técnico para esta pré-análise, por outro, os fabricantes também não estão preparados para atender às especificações mais restritivas, a solução mais frequente que encontramos é a de atuar em equipamentos já instalados e com problemas.

Assim o objetivo deste trabalho é descrever a solução adotada na Fairway, em Santo André, para atenuação sonora do ruído produzido por dois roots.

### O PROBLEMA EM QUESTÃO

A Fairway, visando aumentar sua produção, decidiu instalar dois roots de alta capacidade para suprir sua deficiência em ar comprimido. Os compressores foram instalados no segundo andar de um prédio, bastante antigo, que possuía características muito reverberantes de forma que, para melhorar o conforto ambiente, decidiu-se pela captação de ar no lado externo do prédio.

Com tal medida, de imediato, houve uma reação bastante grande da comunidade vizinha pelo ruído gerado uma vez que, esta admissão, mesmo estando a

cerca de 50 metros da residência mais próxima, interferia em seu bem estar. Por outro lado, dentro do prédio, o ruído produzido pela máquina também estava acima do limite aceitável de 85 dB(A).

Como sabemos as principais fontes sonoras para tal equipamento são:

- motor elétrico
- ruído irradiado pela carcaça da máquina
- caixa de redução
- descarga de ar
- admissão de ar

Fazendo-se uma análise individual das diversas fontes constatamos:

1. O ruído produzido pelo motor tinha parcela insignificante no ruído global ( 20 HP )
2. a parcela gerada na descarga da máquina também não tinha influência uma vez que, possuindo silenciador e estando conectada diretamente na descarga, sua potência sonora irradiada também era pequena
3. a caixa de redução era bastante ruidosa, sendo a principal fonte sonora interna ao prédio
4. a admissão de ar, possuindo silenciador não adequado, deveria ser tratada de imediato a fim de preservar o bem estar da comunidade.

Apesar de identificados os problemas e conhecendo-se as possíveis soluções, o grande problema com que nos deparamos foi o custo que teria um silenciador industrializado. Assim fomos forçados a adotar uma solução caseira



### A SOLUÇÃO

Para o ruído interno, proveniente da caixa de engrenamento, fizemos uma análise do calor dissipado localmente e constatamos que o mesmo poderia ser dissipado por condução caso colocássemos isolamento térmico fechando a caixa parcialmente.

Assim, após um estudo de diretividade sonora, colocamos um recobrimento de silicato de cálcio de 2" na parte frontal da caixa de forma que o nível sonoro, internamente à sala dos compressores ficou abaixo do limite esperado.

Quanto ao ruído externo tínhamos como espectro sonoro:

Frequência (hz)	31.59	63	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8 K
Lp dB (A)	64.0	85.0	93.4	99.5	102.8	98.0	89.5	79.0	64.9

Nível Global de Pressão Sonora  $\cong$  1 metro - 105.4 dB (A)

Tendo o espectro sonoro altos níveis de pressão sonora em baixa frequência, optamos pela fabricação de um atenuador reativo fabricado a partir de

dois tambores vazios de 200 litros, revestidos internamente com lã de rocha basáltica com densidade 40 kg/m<sup>3</sup>.

Frequência (hz)	31.5	63	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8 K
IL dB	31.5	14.9	20.5	20.0	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59

A atenuação sonora para este silenciador é:

Tendo em vista a fraca atenuação deste silenciador em 1000 hz, colocamos dois tubos internos ao mesmo, na descarga e admissão, com comprimento de 86 mm para trabalhar como ressonador de Helmholtz centrado naquela frequência. Com isto, a atenuação em 1000 hz foi incrementada em 8.9 dB (conforme medições com e sem ressonadores).

Ainda para atenuar-se o espectro sonoro em alta frequência, colocamos na entrada dos tambores um tubo com diâmetro interno livre de 315 mm e comprimento 1200 mm, também revestido com lã de rocha.

Desta forma o conjunto montado baixou o ruído inicial de 105.4 para ordem de 80 dB(A). Que era a ordem de grandeza do ruído de fundo no local.

### CONCLUSÕES

Uma vez conhecendo-se bem o princípio de funcionamento dos elementos ruidosos envolvidos num problema de acústica pode-se, lançando-se mão de elementos alternativos e de baixo custo, obterem-se resultados altamente performantes que atendem perfeitamente às necessidades da indústria.

No caso em questão, vale a pena ressaltar, só foi possível adotarmos a solução descrita após um estudo de transferência de calor e de perda de carga na admissão, visando-se não afetar o bom funcionamento da máquina.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BERANECK, Noise and Vibration Control
- (2) HARRIS, Handbook of Noise Control
- (3) INGARD, Sound Absorption Technology

## EVENTOS INTERNACIONAIS

1999

01 - 07 August, San Francisco, CA, USA. **14th Congress of Phonetic Sciences (ICPhS 99)**. (Web: <http://trill.berkeley.edu/icphs>)

02-06 August, Vitebsk, Belarus. **International Symposium on High-Power Ultrasonics**. (Fax: +375 212 24 39 53; e-mail: [lpm@ita.belpak.vitebsk.by](mailto:lpm@ita.belpak.vitebsk.by))

01- 04 September, Göttinger, Germany. **15th International Symposium on Nonlinear Acoustics (ISNA-15)**. (Fax: +49 551 39 7720)

12 - 15 September, Las Vegas, NV, USA. **International Symposium on Acoustic Scattering (ASME Conference on Vibration and Noise)**. (Fax: +1 205 844 3307; e-mail: [pkraju@eng.auburn.edu](mailto:pkraju@eng.auburn.edu))

15 - 17 September, Buxton, UK. **British Society of Audiology Annual Conference**. (BSA, 80 Brighton Road, Reading RG6 1PS, UK; Fax: +44 0118 935 1915; Web: <http://www.b-s-a.demon.co.uk>)

30 September - 02 October, Matsue, Japan. **Acoustical Society of Japan Autumn Meeting**. (Acoustical Society of Japan, Ikeda-Building, 2-7-7, Yoyogi, Shibuya-ku, Tokyo 151-0053, Japan; Fax: +81 3 3379 1456; e-mail: [kym05145@nifty.ne.jp](mailto:kym05145@nifty.ne.jp))

07-08 Octubre, Oaxaca, Mexico. **6º Congreso Mexicano de Acústica**. (Inst. Mexicano de Acústica y Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, Del. Oaxaca; Apartado Postal 75805, Col. Lindavista 07300, México D.F.; Fax: (525)6(01)5523-4742; e-mail: [sberista@maya.esimez.ipn.mx](mailto:sberista@maya.esimez.ipn.mx))

09 - 10 October, Tokyo, Japan. **INCE/Japan Annual Meeting**. (INCE c/ o Kobayasi Institute, 3-20-41 Higashimotomachi, Kokobunji, Tokyo 185-0022, Japan; Fax: +81 42 327 3847)

17 - 21 October, Lake Tahoe, NV, USA. **1999 IEEE Ultrasonics Symposium**. (Fax: +1 650 725 2533; e-mail: [Khuri-ya@ee.stanford.edu](mailto:Khuri-ya@ee.stanford.edu))

18 - 19 October, Victoria, BC, Canada. **Acoustics Week in Canada**. (S. Dosso, Centre for earth and Ocean Research, University of Victoria, PO Box 3055, Victoria, BC V8W

3P6, Canada; Fax: +1 250 472 4100; e-mail: [sdosso@uvic.ca](mailto:sdosso@uvic.ca))

20 - 22 October, Avila, Spain. **Tecniacustica'99 - XXX National Meeting and Spanish Acoustical Society - SEA - and Portuguese Acoustical Society - SPA**. Contact: Spanish Acoustical Society - SEA, c/Serrano 144, 28006 Madrid, Spain; Tel. +34.91.561 88 06; Fax: +34.91.411 76 51; e-mail: [ssantiago@fresno.csic.es](mailto:ssantiago@fresno.csic.es), [calvomanzano@mad.servicom.es](mailto:calvomanzano@mad.servicom.es))

28 - 29 October, Biel, Switzerland. **Swiss Acoustical Society Fall meeting**. (Swiss Acoustical Society, P.O. Box 251, 8600 Dübendorf, Switzerland; Fax: +41 1 823 4793; e-mail: [beat.hohmann@compuserve.com](mailto:beat.hohmann@compuserve.com))

01 - 05 November, Columbus, OH, USA. **138th Meeting of the Acoustical Society of America**. (Fax: +1 516 576 23 77)

17 - 18 November, Stratford upon Avon, UK. **Institute of Acoustics Autumn Meeting on Environmental Noise**. (IOA, 77 A St. Peter's Street, St.Albans, Herts. AL 1 3BN, UK; Fax: +44 1727 850553; e-mail: [acoustics@clus1.ulcc.ac.uk](mailto:acoustics@clus1.ulcc.ac.uk))

18-20 Noviembre, Valdivia, Chile. **Encuentro Chileno de Acústica 1999 (INGEACUS)**. (e-mail: [socha@argonavis.com](mailto:socha@argonavis.com); <http://www.argonavis.com/aquila/socha>)

18 - 21 November, Stratford upon Avon, UK. **Reproduced Soud 15**. (IOA, 77 A St. Peter's Street, St.Albans, Herts. AL1 3BN, UK; Fax: +44 1727 850553; e-mail: [acoustics@clus1.ulcc.ac.uk](mailto:acoustics@clus1.ulcc.ac.uk))

24 - 26 November, Melbourne, Australia. **Australian Acoustical Society Conference**. (G. Barnes, Acoustical Design Pty., 2/72 Bayfield Road, Bayswater VIC, Australia 3153; Fax: +61 3 9720 6952; e-mail: [acousticdes@bigpond.com](mailto:acousticdes@bigpond.com))

02 - 04 December, Fort Lauderdale, FL, USA. **International Symposium on Active Control of Sound and Vibration (ACTIVE 99)**. (Fax: +1 914 462 4006; e-mail: [inceusa@aol.com](mailto:inceusa@aol.com))

05 - 09 December, Fort Lauderdale, FL, USA. **INTER-NOISE 99** (Fax: +1 914 462 4006; e-mail: [inceusa@aol.com](mailto:inceusa@aol.com))

## 2000

15 – 17 March, Tokyo, Japan. **Acoustical Society of Japan Spring Meeting, Yokyo, Japan.** (Acoustical Society of Japan, Ikeda-Building, 2-7-7, Yoyogi, Shibuya-ku, Tokyo 151-0053, Japan; Fax: +81 3 3379 1456; e-mail: kym05145@nifty.ne.jp)

20 – 24 March, Oldenburg, Germany. **Meeting of the German Acoustical Society (DAGA).** (Fax: +49 441 798 3698; e-mail: dega@aku.physik.uni-oldenburg.de)

03 – 04 April, Zakopane, Poland. **Structural Acoustics 2000.** (AGH, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland; Fax: +48 12423 3136; Web: www.cyf-kr.edu.pl/ghpanusz)

17 – 19 May, Aalborg, Denmark. **9th International Meeting on Low Frequency Noise & Vibration.** (Fax: +44 1277 223453)

30 May - 3 June, Atlanta, GA, USA. **139th Meeting of the Acoustical Society of America.** (ASA, 500 Sunnyside Blvd., Woodbury, NY 11797-2900, USA; Fax: +1 516 576 2377)

05 – 09 June, Istanbul, Turkey. **International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing.** (Tülay Adalı, University of Maryland Baltimore County, department of Computer Science and Electrical Engineering, 1000 Hiltop Circle, Baltimore, MD 21250 USA; Fax: +1 410 455 3969; Web: http://www.icassp2000.sdsu.edu)

06 – 09 June, St. Petersburg, Russia. **5th International Symposium on Transport Noise and Vibration.** (Fax: +7 812 127 9323; e-mail: noise@mail.rcom.ru)

02 – 07 July, Sydney, Australia. **6th International Congress of Hard of Hearing People.** (IFHoH Congress secretariat, GPO Box 128, Sidney NSW 2001, Australia)

04 – 07 July, Garmisch-Partenkirchen, Germany. **7th International Congress on Sound and Vibration.** (Fax: +49 531 295 2320; Web: http://www.iiav.org.icsv7.html)

28 – 30 August, Nice, France. **INTER-NOISE 2000.** (SFA, 23 avenue Brunetière, 75017 Paris, France; Fax: +33 1 47 88 90 60; Web: http://www.inrets.fr/services/manif)

31 August – 02 September, Lyon, France. **International Conference on Noise and Vibration Pre-Design and Characterization Using Energy Methods (NOVEM).** (Fax: +33 4 7243 8712; Web: http://www.insa-lyon.fr/laboratoires/lva.html)

03 – 06 September, Lausanne, Switzerland. **5th French Congress on Acoustics – Joint Meeting of the Swiss and French Acoustical Societies.** (Fax: +41 21693 26 73)

17 – 21 September, Vilnius, Lithuania. **First International Conference (10th Anniversary).** Acoustical Society Lithuania, Kriviu 15-2, 2005 Vilnius, Lithuania; Fax: +370 2 223451; e-mail: daumantas.ciblys@ff.vu.lt)

03 – 05 October, Kumamoto, Japan. **WESTPRAC VII.** (Fax: +81 96 342 3630; Web: http://www.cogni.eecs.kumamoto-u.ac.jp/others/westprac7)

16 -18 Octubre, Madrid, España. **2º Congreso Iberoamericano de Acústica - ACUSTICA 2000, XXXI Jornadas Nacionales de Acústica - TECNIACUSTICA 2000, II Congreso Ibérico de Acústica y Symposium EAA.** (Sociedad Española de Acústica, Serrano 144, 28006 Madrid, España. Fax: +34 91 411 7651; e-mail: sea@fresno.esic.es; http://www.ia.esic.es/sea/index.html)

16 – 20 October, Beijing, China. **6th International Conference on Spoken Language Processing.** (Fax: +86 10 6256 9079; e-mail: mchu@plum.ioa.ac.cn)

04 – 08 December, Newport Beach, CA, USA. **140th Meeting of the Acoustical Society of America.** (Fax: +1 516 576 2377; Web: http://www.asa.aip.org)

## 2001

04 – 08 June, Chicago, III, USA. **141th Meeting of the Acoustical Society of America.** (Fax: +1 516 576 2377; Web: http://www.asa.aip.org)

28 – 30 August, The Hague, The Netherlands. **INTER-NOISE 2001.** (e-mail: secretary@internoise2001.tudelft.nl Web: http://www.internoise2001.tudelft.nl)

02 – 07 September, Rome, Italy. **17th International Congress on Acoustics.** (Fax: +39 6 4424 0183; Web: http://www.uniroma1.it/energ/ica.html)

# SOBRAC

## 2000

Sociedade Brasileira de Acústica

---

XIX ENCONTRO DA SOBRAC  
DE 18 A 20 DE ABRIL DE 2000  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS - BRASIL

---

O XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica objetiva promover intercâmbio entre os agentes de produção, divulgação e apropriação de conhecimentos na área de acústica e vibrações, contribuindo na difusão de métodos e técnicas para geração de ambientes acústicos apropriados aos diversos grupos humanos.

As universidades, centros de pesquisa, entidades públicas, setores industriais e sociedade são os agentes envolvidos, os quais estão presentes nos encontros periódicos e tradicionais realizados pela SOBRAC desde a sua criação.

Em ano estratégico, este evento busca contribuir para delinear as diretrizes da acústica para o novo milênio. Sua programação inclui palestras de nível internacional sobre o estado da arte de temas importantes em acústica e vibrações. Haverá, também, espaço para empresas interessadas divulgarem seus produtos.

A SOBRAC, entidade sem fins lucrativos, agrega pesquisadores e técnicos de diversas especialidades da área de acústica e vibrações e de seu entorno imediato, estimulando a pesquisa e a difusão de seus resultados.

### Temas

- Acústica de Salas
- Acústica de Edificações
- Acústica Ambiental
- Instrumentos de Medição e Análise
- Processamento de Sinais
- Eletroacústica
- Modelagem Numérica
- Influência do Ruído no Sono e Vigília
- Conforto Acústico
- Protetores Auditivos
- Programa de Conservação de Audição
- Controle de Ruído e Vibrações

- Ruído e Vibrações Veiculares

### Atividades:

- Palestras do Estado da Arte
- Cursos Intensivos
- Seções Técnico-científicas
- Exposição de Produtos
- Visitas Técnicas
- Assembléia da Sobrac

### Datas Limites:

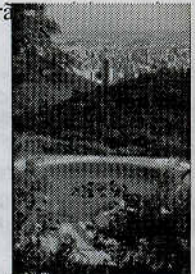
**Envio de resumos:** 30/08/1999

Texto de no máximo 200 palavras em formato A4 com identificação dos autores para contato. Serão os resumos enviados por e-mail.

**Notificação de aceite:** 30/09/1999

**Envio trabalho final:** 05/12/1999

**Confirmação aceite:** 31/01/2000



### Informações sobre o Congresso:

☎ (031) 238-1054 ☎ (031) 238-1973

**Coordenação Geral do Evento**

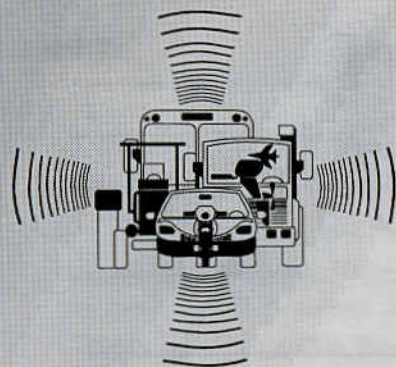
Dept<sup>o</sup>. de Engenharia de Estruturas

**Av. do Contorno, 842, 2<sup>o</sup> andar**

**CEP: 30.110-060 - Belo Horizonte - MG**

✉ **E-mail: XIX\_esba@dees.ufmg.br**





# V SIBRAV

Simpósio Brasileiro de Acústica Veicular

Estacionamento  
no local

**16 e 17 de Agosto de 1999**

**Teatro Cacilda Becker - Praça Samuel Sabatini, 50  
Paço Municipal - São Bernardo do Campo - SP - Brasil**

## Apresentação

Estimulando o intercâmbio entre profissionais, empresas e entidades interessadas nos vários aspectos referentes a Acústica e ciência das Vibrações aplicadas à área automobilística, a **SOBRAC** - Sociedade Brasileira de Acústica, apresenta o **V SIBRAV**. Este evento de caráter internacional, será realizado dias **16 e 17 de Agosto de 1999**, contando também com uma **Exposição de Produtos Serviços e Equipamentos na Área de Ruídos e Vibrações**, que terá visitação aberta ao público em geral.

## Público Alvo

Profissionais e Técnicos ligados à Acústica e ciência das Vibrações; setor empresarial, tecnológico, científico e governamental; como:

- Técnicos e profissionais da Indústria Automobilística e Autopeças;
- Técnicos e profissionais de Engenharia de Órgãos Públicos;
- Pesquisadores;
- Universidades e Escolas Técnicas;
- Executivos.

## Programação do Evento

### Dia 16/08/99

08h00 **Recepção**  
08h50 **Abertura**

09h15 **Palestra: "The design and building of an anechoic chamber"** - Robert J. Buelow (IAC - USA)  
09h50 "Aplicação do laboratório de ensaios dinâmicos de vibração do LIT para o setor automotivo" - Mauro Sakita (LIT/INPE)  
10h15 **Café**  
10h35 "Aplicação dos métodos de expansão modal e elementos de contorno para predições acústicas de bloco de motor." - Gustavo D. P. Silva, Newton S. Soeiro e Samir N. Y. Gerges (Univer. Federal de Santa Catarina)  
10h55 "Controle ativo de vibração/ruído utilizando atenuadores piezoelétricos e microfone como sensor" - Simplício A. da Silva e Seyyed Said Dana (Univ. Federal da Paraíba)  
11h15 "Atenuação de ruído em dutos por meio de controle ativo." - Naor M. Melo e Seyyed Said Dana (Universidade Federal da Paraíba)  
11h35 "Método da matriz de transferência e ensaios experimentais para escapamentos veiculares." - Samir N. Y. Gerges e Fábio A. Thieme (Univer. Federal de Santa Catarina)  
11h55 "Modelagem numérica para determinação de características vibro acústicas do alojamento de caixa de engrenagem de uso veicular." - Newton Soeiro, Sideto Futatsugi e Samir N. Y. Gerges (Univ. Federal de Santa Catarina)  
12h15 **Almoço**  
13h40 "Transmissibilidade de forças e momentos em sistemas de eixos engrenados." - Newton S. Soeiro, Gustavo D. P. Silva e Samir N. Y. Gerges (Univ. Fed. de Santa Catarina)  
14h00 "Acelerômetro com três graus de liberdade para assentos de veículos automotores." - Halei F. de Vasconcelos (Univerdidade Federal da Paraíba)

14h20 **Palestra: "Técnicas de sonriação de veículos."** - Luís Carlos Pires (Visteon)  
14h55 "Melhoria do conforto de cabina utilizando técnica de análise modal experimental." - Paulo Eduardo F. Padilha (General Motors)  
15h15 "A lever suspension system for active control of vibration of the driver seat" - Seyyed Said Dana, Clivaldo S. Araújo e Fábio Meneghetti (Universidade Federal da Paraíba)  
15h35 **Café**  
15h55 "Medidas de intensidade sonora para identificação de fontes de ruído de um motor ciclo otto e ruído interno de painel" - Ronaldo F. Nunes e Gaetano Miranda (Sound & Vibration)  
16h15 **Palestra: "Statistical Energy Analysis: fundamentals and applications"** - Taner Onsay (VASCI - USA)  
16h50 "Uso de absorvedor acústico do tipo câmara de expansão para redução da vibração do pedal de embreagem de um veículo comercial" - Ronaldo F. Nunes, Marco A. Fogaça Accurso, Emerson Y. Kaminogo e Márcio Bernardinelli (Debis Humaitá, Mercedes-Benz e Sound & Vibration)  
17h10 "Reduccion de ruido y vibracion en el accionamiento del pedal de embrague com mando hidraulico" - Daniel A. Zambrano (Mercedes-Benz - Argentina)  
17h30 "Correlação entre ruído e consumo de potência com ventiladores viscosos" - Veral L. C. P. Veissid, Edgar L. Baptista, Gilberto Gomes Leal e Fancisco R. da Costa (Mercedes-Benz)  
17h50 "Vibração torcional e capacidade de amortecimento da embreagem para caminhões e ônibus" - Jesus C. Barcala (Valeo Embreagens)  
18h30 **Cocktail**

## Dia 17/08/99

- 08h00 **Recepção**  
08h50 **Reinício dos trabalhos**  
09h00 "Os efeitos do ruído em motoristas de ônibus urbanos do município de São Paulo"  
*Silvia Renata Marques (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo)*  
09h20 "Exposição ao ruído dos usuários do metrô da cidade de São Paulo" - *Stelamaris R. Bertoli e Casio E. Lima Paiva (Universidade Estadual de Campinas)*  
09h40 **Palestra : " Using sound quality in automotive industry" - Marc Marroquim (B&K - USA)**  
10h15 **Café**  
10h35 "Influência do uso de pavimento asfáltico poroso com polímero na emissão de ruído de tráfego"  
*Eduardo Murgel (E.Murgel Eng. e Consultoria)*  
10h55 "Correlação entre níveis de pressão sonora nas condições de aceleração (NBR 8433) e parado (NBR 9714) - fase II."  
*H. Onusic, M.A.M. Cano e R.M. Takeda (Mercedes-Benz)*  
11h15 "Ressonância acústica entre o pneu e o veículo" - *Roberto Falkenstein (Pirelli Pneus)*  
11h35 "Considerações acerca da legislação de emissão de ruído de veículos automotores e os eventuais efeitos do ruído de pneus nestes índices" - *L. C. Ferraro e Edgar L. Baptista (Mercedes-Benz)*  
11h55 "Tendências da legislação de emissão de ruídos por veículos automotores"  
*Silvânia M. Gonsalves (IBAMA)*  
12h15 **Almoço**  
13h40 "Influência da pressão dos pneus na dinâmica de suspensões independentes - teoria e experimento" - *Ilmar F. Santos e G.C. Padovese (Universidade Estadual de Campinas)*  
14h00 "Mecanismo mecatrônico para medição de perfis e pistas." - *Ilmar F. Santos, F. Roncoletta, V. Z. Stradiotto e A. de Souza (Universidade Estadual de Campinas)*  
14h20 **Palestra : "Dinâmica de Múltiplos corpos aplicada a pesquisa, desenvolvimento e educação em engenharia." - Ilmar F. Santos (Universidade Estadual de Campinas / Universidade Técnica da Dinamarca)**  
14h55 **Café**  
15h15 **Palestra : "Available parameters for acoustic qualification/quantification" - H. Onusic e Marcelo Hage (Instituto de Física da USP / Mercedes-Benz)**  
15h50 "Sound Quality no desenvolvimento de novos produtos" - *Marcelo Hage e Gaetano Miranda (Mercedes-Benz / Sound&Vibration)*  
16h05 "Estudo da técnica de intensidade sonora: procedimentos, erros e aplicações" - *Roberto Pierotti, Wellington C. Oliveira e Paulo R.G. Kurka (MWM Motores Diesel / Univer. Estadual de Campinas)*  
16h25 "Sobre a modelagem da radiação sonora de estruturas laminadas, contendo elementos porosos"  
*Marcelo B.S. Magalhães, Moysés Zindeluk e Roberto Tenenbaum (COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro)*  
16h45 **Encerramento**  
17h15 **Assembléia da SOBRAC**

## **V SIBRAV - Simpósio Brasileiro de Acústica Veicular**

## INSTRUÇÕES PARA INSCRIÇÃO

A inscrição poderá ser realizada de duas formas :

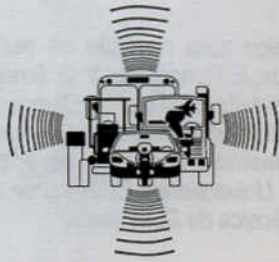
1 - Através de cheque nominal à SOBRAC, enviando juntamente com o *cheque*, sua *ficha de inscrição* devidamente preenchida para : **SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC Depto. Engenharia Mecânica Laboratório de Vibrações e Acústica - Cx.Postal 476 Florianópolis - SC - CEP 88040-900**

2 - Através de depósito na conta corrente da SOBRAC; neste caso, é **imprescindível** o envio, à SOBRAC, da *ficha de inscrição* juntamente com o *comprovante de depósito* : **BANCO DO BRASIL Agência 1453-2 C/C 204.013-1**

**VALORES :** ♦ SÓCIOS SOBRAC/SAE - R\$ 20,00 ♦ NÃO SÓCIOS - R\$ 50,00  
♦ ESTUDANTES - R\$ 10,00 (mediante apresentação de documento)

As duas formas de pagamento, acima, são válidas até dia **06/08/99**. Após essa data, as inscrições serão aceitas apenas na Secretaria do Evento, que estará montada a partir do dia 16/08/99. Quaisquer dúvidas ou informações adicionais, favor entrar em contato com a SOBRAC : Fone : (048) 331 9227 / 234 4074 / 331 7095 Fax : (048) 331 9677 e-mail<[sobrac@gva.ufsc.br](mailto:sobrac@gva.ufsc.br)>

Informações sobre como Patrocinar o Simpósio e/ou Expor seus produtos, serviços ou equipamentos, ligue : (011) 6917 1166 - contato : Isamara



# SIBRAV

Simpósio Brasileiro de Acústica Veicular

Realização :



Apoio :



Prefeitura do Município de  
São Bernardo do Campo

**SDET**

Secretaria de Desenvolvimento  
Econômico e Turismo

**SAE  
BRASIL**

Patrocínio :



**VIBRANIHIL**



Mercedes-Benz



**SIBRAV - Simpósio Brasileiro de Acústica Veicular**

**FICHA DE INSCRIÇÃO**

\* Observe a data final, dia **06/08/99**, para envio da Ficha de Inscrição \* Para sua validade, consideraremos a data de envio do fax ou carimbo de postagem do correio \* Para sua segurança, mantenha com você uma cópia da Ficha de Inscrição e do comprovante de pagamento; para credenciamento e entrega de material \*

**Preencher à máquina ou letra de forma.**

NOME : \_\_\_\_\_

EMPRESA / INSTITUIÇÃO : \_\_\_\_\_

END.COM.: \_\_\_\_\_ BAIRRO: \_\_\_\_\_

CIDADE : \_\_\_\_\_ ESTADO : \_\_\_\_\_ CEP \_\_\_\_\_

FONE COM.: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ FAX : (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ e-mail : \_\_\_\_\_

END.RES.: \_\_\_\_\_ BAIRRO: \_\_\_\_\_

CIDADE : \_\_\_\_\_ ESTADO : \_\_\_\_\_ CEP \_\_\_\_\_

DESEJA RECIBO ? ( ) SIM ( ) NÃO Em caso afirmativo, deseja o recibo em nome de : ( ) EMPRESA ( ) PARTICIPANTE

FORMA DE PAGAMENTO : ( ) CHEQUE Nº \_\_\_\_\_ BANCO \_\_\_\_\_ VALOR R\$ \_\_\_\_\_  
( ) DEPÓSITO EM CONTA CORRENTE - SOBRAC

ASSOCIADO SOBRAC EM DIA COM A ANUIDADE DE 1999 ? \_\_\_\_\_

DESEJA RECEBER CERTIFICADO ? ( ) SIM ( ) NÃO  
(em caso afirmativo, o mesmo deverá ser retirado dia 17/08/99 à partir das 15h na recepção do evento)

Data \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_



# IV ENCONTRO DE TECNOLOGIA EM ACÚSTICA SUBMARINA

---

INSTITUTO DE PESQUISAS DA MARINHA

---

DE 10 A 12 DE NOVEMBRO DE 1999

---

RIO DE JANEIRO, RJ

---

IPQM

---

## Chamada de Trabalhos

---

O IV Encontro de Tecnologia em Acústica Submarina tem por objetivo propiciar o intercâmbio entre os integrantes da comunidade científica na Área de Acústica Submarina e seus segmentos, dando ênfase em aspectos de especial interesse à Marinha do Brasil.

## Tópicos Principais

---

- Engenharia de Equipamentos Acústicos Submarinos
- Oceanografia Acústica
- Propagação Acústica Submarina
- Processamento de Sinais Acústicos Submarinos
- Ruído Irrradiado Através de Estruturas
- Sistemas Sonar

## Para a Apresentação de Trabalhos

---

As instruções para apresentação dos trabalhos encontram-se devidamente detalhadas no site do evento, <http://www.mar.mil.br/~ipqm/index.html>, no qual poderão ser também encontradas todas as informações adicionais relativas ao congresso.

Para dirimir dúvidas, por favor contactar a Comissão Organizadora do Evento:

---

ETAS IV

Instituto de Pesquisas da Marinha - IPQM - Grupo de Sonar

Rua Ipirú, 2 - Ilha do Governador

Rio de Janeiro - RJ - CEP 21931-090 - BRASIL

Tel. + 55 021 3962004 ramais 7134 / 7559

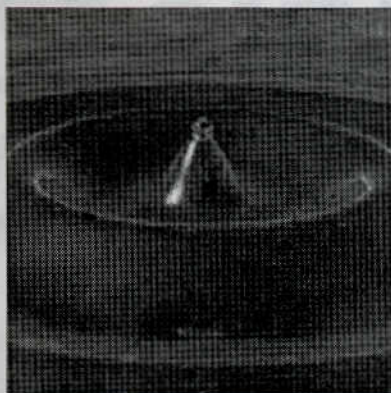
Fax. + 55 021 3962240

email: [etas4@ipqm.mar.mil.br](mailto:etas4@ipqm.mar.mil.br)

<http://www.mar.mil.br/~ipqm/index.html>







# COBEM 99

---

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA

---

DE 22 A 26 DE NOVEMBRO DE 1999

ÁGUAS DE LINDÓIA - SP

---

COBEM 99

---

O Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica – COBEM é o principal evento na área de Engenharia Mecânica realizado no Brasil. Este congresso bienal é patrocinado pela Associação Brasileira de Ciências Mecânicas - ABCM - e tem como objetivo reunir profissionais do meio acadêmico e industrial para, através da apresentação de trabalhos técnicos, palestras convidadas, exposições e conversas informais, discutir os principais avanços e tendências de Engenharia Mecânica e áreas correlatas.

O XV COBEM, será realizado em Águas de Lindóia - SP, no período de 22 a 26 de novembro de 1999, está sendo organizado pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

No XV COBEM será realizado um simpósio da Vibroacústica com apoio da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC.

Será realizado um Curso de 16 horas nos dias 21 e 22 de Novembro de 1999 sobre “Técnicas de Análise de Sistemas Lineares e Não Lineares com Aplicações”, dado pelo Dr. Julius S. Bendet (EUA), especialista em Processamento e Análise de Sinais e autor de 4 livros. Este Curso é coordenado pela SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica.

---

## Secretaria do XV COBEM

---

Faculdade de Engenharia Mecânica  
Universidade Federal de Campinas

Cidade Universitária – 13083-970 – Campinas – SP – Brasil

Fax: +55 19 289-3722 – Tel: +55 19 788-3228+

E-mail: [cobem@fem.unicamp.br](mailto:cobem@fem.unicamp.br)

<http://www.fem.unicamp.br/~cobem99>

# Técnicas de Processamento e Análise de Sinais para Identificação de Sistemas Lineares e Não-Lineares, com Aplicações

Julius S. Bendat

21 e 22 de Novembro de 1999 - Hotel Monte Real Resort - Águas de Lindóia, SP

## Objetivo do Curso

O curso é recomendado para engenheiros de aplicação, pesquisadores, gerentes e especialistas de áreas afins, que realizem análises de sinais dinâmicos medidos em protótipos ou no campo, com o objetivo de identificar sistemas, diagnosticar problemas, desenvolver protótipos, modificar produtos, etc. O curso é recomendado para aplicações automotivas, aeroespaciais, no projeto de produtos, no estudo de problemas em ruído e vibrações, engenharia de computação, engenharia elétrica, mecânica, civil, oceanografia, confiabilidade e segurança de produtos. Além de apresentar novos resultados de casos práticos, o curso fornece resposta para as seguintes perguntas:

- ◆ como identificar sistemas lineares e não lineares usando dados medidos?
- ◆ como prever ou prever a resposta de sistemas linear e não linear?
- ◆ como planejar ensaios para validação e avaliação do sistema?

## Programa do Curso

### 1º Dia

1. Propriedades dos sistemas lineares e dados aleatórios
2. Relações de sistemas com única entrada/única saída (SI/SO), com aplicações
3. Relações de sistemas de multi entradas/multi saídas (MI/MO), com aplicações
4. Técnicas de engenharia aplicadas a sistemas lineares

### 2º Dia

5. Propriedades de sistemas não-lineares (memória zero e memória finita)
6. Técnicas para sistemas não-lineares (direta e reversa MI/SO)
7. Sistemas não lineares com relações quadrática e cúbica
8. Técnicas de engenharia aplicadas a sistemas lineares

## Instrutor do Curso

O Curso é dado pelo Dr. Julius S. Bendat dos EUA, especialista em análise de dados aleatórios aplicada a problemas de engenharia. Dr. Bendat foi presidente do TRW (EUA), Engenheiro de Pesquisa na Northrop Corporation (EUA), Prof. Assistente na Universidade do Sul da Califórnia, Pesquisador Assistente na Universidade da Califórnia e na Marinha Americana. Autor e co-autor de vários livros:

1. Nonlinear System Technique and Applications (1998)
2. Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis (1993)
3. Nonlinear System Analysis and Identification from Random Data (1990)
4. Random Data: Analysis and Measurement Procedures (1996)

Edições anteriores em 1958, 1966, 1971 e 1980.

*Este curso foi apresentado em vários países do mundo, nos 05 continentes com mais de 120 mil exemplares dos livros distribuídos. O curso será apresentado em inglês, com intervalos de explicação em português.*

## Maiores Informações

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

<gerges@mbox1.ufsc.br>

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Departamento de Engenharia Mecânica

Laboratório de Vibrações e Acústica

Campus Universitário - Trindade

Florianópolis - SC - Brasil

Cx. Postal 476 - CEP 88040-900

Tel: (55-48) 234-4074/331-9227

Fax: (55-48) 331-9677/234-1519

Organização:

C O B E M ' 9 9

**SOBRAC**

Sociedade Brasileira de Acústica

# inter·noise 99

*Uma grande oportunidade de passar as férias com a família na Disney e participar do maior Congresso Mundial de Engenharia de Controle de Ruído!*

---

NOISE CONTROL FOR THE NEW MILLENIUM

---

DECEMBER 6 – 8, 1999

FT. LAUDERDALE MARINA, MARRIOTT

---

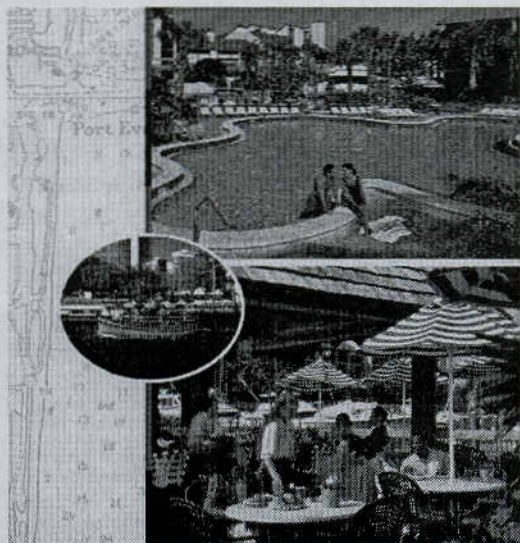
FT. LAUDERDALE, FLORIDA, USA

---

The 1999 International Congress and Exposition on Noise Control Engineering and the International Symposium on Active Control will be held in Ft. Lauderdale, Florida, USA. The venue for the Congress and Exposition, and the Symposium is the Ft. Lauderdale Marina Marriott. The dates for the Internoise Congress and Exposition are December 6 to 8, 1999 and for the Active Symposium, December 2 to 4, 1999.

Internoise 99 is sponsored by the International Institute of Noise Control Engineering and is being organized by the Institute of Noise Control Engineering of the USA. The theme of the Congress is: Noise Control for the New Millenium.

The technical program includes papers in all aspects of noise control engineering. A full program of technical papers will be presented in multiple parallel sessions. The technical program of the Congress also includes three plenary lectures to be given by distinguished speakers.



An equipment exposition will also be held in conjunction with internoise. The exposition will include active noise control systems and equipment, computer based instrumentation, sound level meters, sound intensity systems, signal processing systems, and acoustical materials and devices for noise and vibration control.

The deadline for receipts of abstracts of papers for presentation is May 5, 1999 and full papers are due August 10, 1999.

## Secretaria do Congresso:

---

INTERNOISE 99

Noise Control Foundation

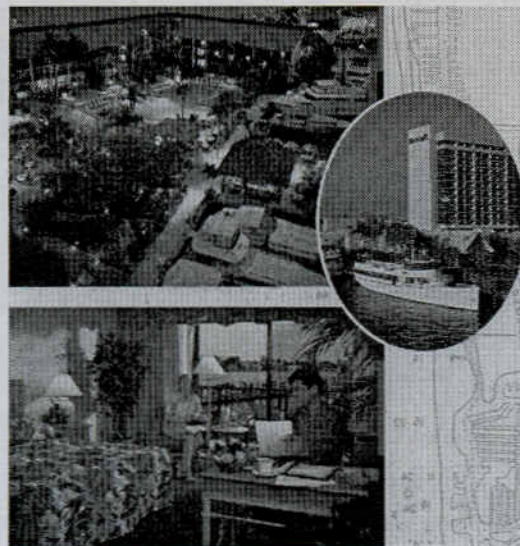
P.O. Box 2469, Arlington Branch,  
Poughkeepsie, NY 12603, USA.

Tel: +1 914 462 4006, FAX: +1 914 463 0201

Email: [internoise99@ince.org](mailto:internoise99@ince.org), [in99@jmc.oc.fau.edu](mailto:in99@jmc.oc.fau.edu)

<http://www.in99.oc.fau.edu>

<http://ince.org>





## II Congresso Iberoamericano de Acústica

Madrid - De 16 a 18 de Outubro de 2000

**ACÚSTICA  
2000**



## II Congresso Ibérico de Acústica

### XXXI Jornadas Nacionales de Acústica

Tecniacústica 2000

EAA Symposium

---

ORGANIZADO POR:

---

FIA - Federação Iberoamericana de Acústica  
SEA - Sociedade Espanhola de Acústica  
SPA - Sociedade Portuguesa de Acústica  
IA - Instituto de Acústica, C.S.I.C.

---

COM COLABORAÇÃO DA

---

EAA - European Acoustics Association (EEIG)

---

**Secretaria**

Sociedad Española de Acústica  
Serrano, 144 - 28006 Madrid  
Tel.: 34-91-5618806 - Fax: 34-91-4117651  
e-mail: calvomanzano@mad.servicom.es



# Seventh International Congress on Sound and Vibration (ICSV7)

Garmisch-Partenkirchen, Germany, 4 - 7 July 2000

The Seventh International Congress on Sound and Vibration (ICSV7) will be held on 4 - 7 July 2000 in the beautiful South-German mountain resort of Garmisch-Partenkirchen, about one hour by car or train South of Munich. The Congress is sponsored by the *International Institute of Acoustics and Vibration (IIAV)* and the *Bavarian Ministry for Regional Development and Environmental Affairs*.

## CONGRESS PROGRAM

The Congress program will include Distinguished Keynote Addresses, Tutorials on timely topics and invited and contributed papers in specialized areas of sound and vibration.

*Distinguished Keynote Addresses* will be presented by

- Geoffrey Lilley (UK) on the relation between acoustic and electromagnetic wave propagation and on the theory of special relativity (Congress Plenary Keynote)
- Leo L. Beranek (USA) on Concert Halls and Opera Houses Acoustics,
- David Ewins (UK) on Modal Testing @ 2000
- Goran Pavic (France) on Power and Energy in Vibroacoustic Systems,
- Luis Bento Coelho (Portugal) on Silencer Design,
- Christopher Morfey (UK) on Fundamental Problems in Aeroacoustics,
- Siegfried Wagner (Germany) on Aeroacoustics of Wind Turbines and Helicopter Rotors
- Vladimir Bolotin (Russia) on Postcritical vibrations of non-conservative deformable systems

*Tutorials* will be offered on timely subjects by

- Syed Ahmed (Germany) "Automobile Aeroacoustics"
- Keith Attenborough (UK) "Outdoor Noise Propagation and Prediction"
- Jan Delfs (Germany) "Introduction into Aeroacoustics"
- Ken Heron (UK) "Statistical Energy Analysis"
- Andrew Seybert (USA) "Boundary Element Methods for Acoustics Problems"
- Osman Tokhi (UK) "Active Noise Control"

## CONTRIBUTED PAPERS

covering theoretical and experimental research in the following areas are solicited:

- Active noise and vibration control
- Aeroacoustics
- Architectural acoustics
- Boundary element and finite element methods
- Condition monitoring and diagnostics
- Damping - passive and active

- Environmental/community noise
- Human response to sound and vibration
- Inverse methods
- Low frequency noise and vibration
- Machinery noise and vibration control
- Materials for noise and vibration control
- Measurement techniques
- Modal analysis
- Musical acoustics
- Noise control elements
- Non-destructive testing
- Non-linear acoustics and vibration
- Numerical methods
- Occupational noise exposure and control
- Outdoor sound propagation
- Scattering of sound
- Signal processing
- Sound intensity
- Sound transmission
- Statistical energy analysis
- Structural acoustics and vibration, Structural intensity
- Transportation vibration and noise
- Underwater acoustics
- Vibration and shock and Vibration sources
- Wavelet analysis

## CONGRESS CHAIRS

GENERAL: Hanno Heller (Germany)

LOCAL ORGANIZATION: Alois Heiss (Germany)

## SCIENTIFIC COMMITTEE:

CHAIR Malcolm J. Crocker (USA) and MEMBERS:

Heinz Antes (Germany), Jeremy Astley (New Zealand), Hans Boden (Sweden), Luis Bento Coelho (Portugal), Marion Burgess (Australia), Neville Fletcher (Australia), Chris Fuller (USA), Lothar Gaul (Germany), Samir Gerges (Brazil), Barry Gibbs (UK), Gianfranco Guidati (Germany), Colin Hansen (Australia), Maria Heckl (UK), Hugh Hunt (UK), Nickolay Ivanov (Russia), Finn Jacobsen (Denmark), Stephen Kirkup (UK), Peter Koeltzsch (Germany), Krish Krishnappa (Canada), Thomas Lago (Sweden), Ravi Margasahayam (USA), Dan Marghitu (USA), Yasuo Mitani (Japan), Luigi Morino (Italy), Michael Möser (Germany), David Newland (UK), Michael Norton (Australia), Martin Ochmann (Germany), Hitoshi Ogawa (Japan), Mitsuo Ohta (Japan), Jie Pan (Australia), Terry Scharton (USA), Wolfgang Probst (Germany), Aldo Sestieri (Italy), Andy Seybert (USA), Manuel Sobreira (Spain), Scott Sommerfeldt (USA), Nabuo Tanaka (Japan), Osman Tokhi (UK), Jan Verheij (Netherlands), Klaus Wogram (Germany)

## PUBLICATIONS and DEADLINES

Abstracts of contributed papers proposed for presentation at the Congress should be sent to the Congress Secretariat no later than 1 November 1999. The date for notification of acceptance of abstracts is 15 January 2000. Abstracts should be approximately 200 words in length. Manuscripts, not exceeding 8 printed pages and due no later than 15 April 2000 will be available as a CD-ROM and as a printed version in Congress Proceedings. All written papers and lecture presentations will be in English.

## EXHIBITION

Companies are invited to take part in the exhibition which includes instrumentation and electronics, acoustical apparatus and materials, sound and vibration isolation devices and software. Exhibition information and booth and table reservations are available from the Congress Secretariat.

## CONVENTION CENTER

The new Garmisch Convention Center (with free parking) is equipped with the latest technical visual and communication facilities, offering perfect logistics and numerous congress hall-units (some of them even allowing spectacular views into the surrounding park and mountains). The Convention Center will surely provide a pleasant environment for the congress.

## ACCOMMODATION

Excellent hotels for every budget, located within walking distance of the Convention Center, provide convenient accommodation, enticing you to stay some extra days. Hotel Reservations are made through the Congress Secretariat.

## SOCIAL PROGRAM

An attractive program for accompanying persons will be offered. There will be a reception with the Burghermeister and a congress dinner is offered in the famous Garmisch "Bayernhalle" ("Bavarian Hall") with local entertainment and lots of beer (don't worry, if you prefer some other drink alternates - like cool spring water - are available).

## FURTHER INFORMATION

The registration fee includes the reception as well as a CD-ROM with the Congress Proceedings; the Proceedings in printed form may be obtained at an extra charge. The following fee-structure (in German Marks) applies

	IIAV	Non IIAV	IIAV Students	Non IIAV Students
	DM	DM	DM	DM
Early bird registration by 31 May 2000	825	950	60	120
Late/on-site after 31 May 2000	925	1050	120	180

The (reduced) Students' fee does not include the congress proceedings. Those desiring to participate in the Congress or to give a paper should approach the Congress Secretariat at their earliest convenience for further information.

## CORRESPONDENCE

### Administrative Information

#### Congress Secretariat ICSV7

CSM, Congress & Seminar Management  
Industriestrasse 35  
D-82194 Groebenzell, Germany

Tel.: ++49 8142 570183

Fax: ++49 8142 54735

e-mail: [info@csm-congress.de](mailto:info@csm-congress.de)

### Scientific information

#### ICSV7 Congress General Chairman

Hanno Heller  
c/o DLR Institute of Design Aerodynamics  
Lilienthalplatz 7  
D-38108 Braunschweig, Germany

Tel: ++49 531 295 2170

Fax: ++49 531 295 2320

E-mail: [Hanno.Heller@dlr.de](mailto:Hanno.Heller@dlr.de)

## CONGRESS HOMEPAGE / CONGRESS REPLY FORM

A www-page providing the latest updated information about the congress will be maintained at:

<http://www.iiav.org>

(click congresses and then Garmisch 2000)

Here you will find a registration form to be faxed/mailed to the Congress Secretariat, or you may answer electronically. Otherwise approach the Congress Secretariat directly by phone, fax or e-mail.



The beautiful new "Convention Center" in Garmisch amidst the Bavarian Alps



Esses São os Sócios Regulares da SOBRAC em 1999:

EFETIVOS

ADMIR BASSO  
AIRTON KWITKO  
AIRTON NABARRETE  
ALBERTO TAMAGNA  
ALEXANDRE LUIZ AMARANTE MESQUITA  
ANTONIO EDUARDO TURRA  
ARCANJO LENZI  
BAPTISTA LEONEL CAMPANA  
CARLOS E. PARENTE RIBEIRO  
CARLOS MOACIR GRANDI  
CELITO CORDIOLI  
CLAÚDIA VIEIRA CARESTIANO CORDEIRO  
CONRADO SILVA DE MARCO  
DAVI AKKERMAN  
DIMAS ALBERTO GAZOLLA  
DUILIO TERZI  
EDUARDO BAUZER MEDEIROS  
EDUARDO GIAMPAOLI  
EDUARDO MURGEL  
EDUARDO RODRIGUES COELHO  
EDUARDO SANTOS DOS SANTOS  
ELIANA DE MARTINO  
ELVIRA B. VIVEIROS DA SILVA  
EVELYN JOICE ALBIZU  
FERNANDO HENRIQUE AIDAR  
FERNANDO LUIZ FREITAS FILHO  
FRANCISCO ALEXANDRE ROCHA PINTO  
FRANCISCO C. LINHARES DA FONSECA  
FRANCISCO P. DE R. CORREA  
GEORGE ANDRE MONTENEGRO GRIESER  
GERALDO C. NOVAES MIRANDA  
GILBERTO PIAZZA  
HALEI FAGUNDES DE VASCONCELOS  
IEDA CHAVES PACHECO RUSSO  
IRENE FERREIRA DE SOUZA DUARTE SAAD  
IVAN BRESSANE NIELSEN  
JAIR FELICIO  
JEANNE DENISE BEZERRA DE BARROS  
JOAO AFONSO ABEL KANKOVITZ  
JOAO CANDIDO FERNANDES  
JOAO GUALBERTO DE A. BARING  
JOSÉ ALBERTO PORTO DA CUNHA  
JOSE CARLOS LAMEIRA OTTERO  
JOSÉ GERALDO QUERIDO  
JOSE ODILON HOMEM DE MELLO  
JOSE POSSEBON  
JULES GHISLAIN SLAMA  
KÁTIA MIRIAM DE MELO SILVEIRA  
LEO LEVITAN  
LEONARDO LAMPERT  
LOURDES ZUNINO ROSA

LUCIANO NAKAD MARCOLINO  
LUIZ TADEU LOPES DE FREITAS  
LUIZ AUGUSTO MUHLE  
LUIZ CARLOS CHICHERCHIO  
LUIZ CARLOS FERRARO  
LUIZ FERNANDO OTERO CYSNE  
LUIZ GOMES DE MELLO  
LUIZA DE ARRUDA NEPOMUCENO  
MARCO ANTONIO DE MENDONÇA VECCI  
MARCOS FERNANDO PIAI  
MARCUS ALVES DA SILVA FRANÇA  
MARIA DE LOURDES MOURE  
MARIA EMÍLIA COELHO DE ABREU  
MARIA LEONTINA BASSOLS  
MARIA LUIZA R. BELDERRAIN  
MARIO CARDOSO PIMENTEL  
MAURICIO PAZINI BRANDÃO  
MAURICY CESAR RODRIGUES DE SOUZA  
MILTON VILHENA GRANADO JR  
NELSON GARCIA  
NICOLAI FILIMONOFF  
OLAVO JOSE FREIRE DA FONSECA  
PAULO FERNANDO SOARES  
PAULO R. MOTEJUNAS JUNIOR  
PEDRO LUIZ FERRADOR  
PERIDES SILVA  
PETER JOSEPH BARRY  
RICARDO EDUARDO MUSAFIR  
RICARDO RIBEIRO PEREIRA  
ROBERTO F.A. CAPPELETTI  
ROBERTO JORDAN  
ROBERTO JORGE CHAVES DE BARROS  
ROBERTO STARCK NOGUEIRA DA SILVA  
RODRIGO RIHL KNIEST  
RUBENS DE ARAUJO  
RUDOLF M. NIELSEN  
SADI POLETTO  
SAMIR NAGI YOUSRI GERGES  
SCHAIA AKKERMAN  
SERGIO FRANCISCO XAVIER DA COSTA  
SILVERIO LUIZ FUSCO  
SYLVIO R. BISTAFA  
THAIS C. MORATA  
THELMA ALCANTARA  
VICTOR M. VALADARES  
VIRGILIO MENDONÇA DA COSTA E SILVA  
VITOR ZIMMERMANN JR.  
VIVIAN SILVA MIZUTANI  
WANDERLEY MONTEMURRO  
WILSON JOSE MACEDO BARRETO  
WIRITON SILVA DE MATOS

ESTUDANTES

DENISE TAVARES DA SILVA  
DENISE TORREAO CORREA DA SILVA  
GLAUCIA MARA FURTADO VIEIRA  
GUSTAVO DA SILVA VIEIRA DE MELO  
LEONARDO FUKS  
LUCIANO CESAR DE SOUZA  
MÁRCIA FERNANDES

MARCO TULIO SCARPELLI CABRAL  
MARCUS WATSON NETTO DE OLIVEIRA  
NARA IONE MEDINA SCHIMITT  
NORMA DO NASCIMENTO BATISTA  
PAULO RICARDO DE MENDONÇA BRANDOLT  
SILVIA RENATA MARQUES

INSTITUCIONAIS

ABBA ENGENHARIA LTDA  
ALCOA ALUMINIO S/A  
BOEHRINGER DE ANGELI Q. F. LTDA  
COFAP ARVIN SISTEMAS DE EXAUSTÃO LTDA  
COMPANHIA SANTA MARINA  
COMPANHIA SIDERÚRGICA TUBARÃO  
CONFORTEK COMÉRCIO E IMPORTAÇÃO  
COPENE - PETROQUÍMICA DO NORDESTE  
DBTRONICS TEC. E CIENT. COM. EXP. LTDA.  
DURAVEIS EQUIP DE SEG LTDA  
EDN - ESTIRENO DO NORDESTE S/A  
ELETRONICA SELENIUM S/A  
EUCATEX MINERAL LTDA  
FRAS-LE S.A.  
FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ  
FUNDACENTRO  
GROM - EQUIP. ELETROMECÂNICOS LTDA  
GTS - COM. IND. IMP. E EXP. DE ARTEFATOS DE  
CORTIÇALTDA.

ILLBRUCK INDUSTRIAL LTDA  
INTER-SERVICE ENGENHARIA  
ISOBRASIL ENG E COM DE ISOL LTDA  
ACÚSTICA ORLANDI  
MERCEDES-BENZ DO BRASIL S/A  
MONASTEC LTDA.  
MULTIBRAS ELETRODOMESTICOS S/A  
MULTIPLAST I. C. MAT HOSP INDL LTDA  
NMI BRASIL LTDA  
OPTO - ELETRÔNICA S/A  
POLITESTE INSTRUMENTOS DE TESTE LTDA  
ROCKFIBRAS LTDA.  
SANTO ANGELO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA  
SOUND & VIBRATION, CONS. TEC. INTERM.S/C  
TRISHOPPING - JANELAS ANTI-RUIDO  
VIB-TECH COMÉRCIO  
VIBRANIHIL-COM IND AMORT DE VIBR  
VIBRASOM TECNOLOGIA ACUSTICA LTDA  
WAYTECH

# inter-noise 2000

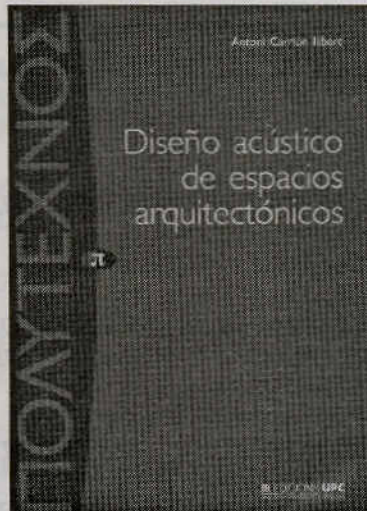
Temos o prazer de informar que o congresso INTERNOISE2000 será realizado em Nice - França nos dias 27 a 30 de agosto de 2000. O prof. Jules G. Slama foi encarregado pela comissão organizadora do Congresso de preparar uma sessão específica cujo título é: Specificities of noise control in hot and cold climate Trata-se de apresentar trabalhos sobre a relação entre clima quente, poluição sonora e seu controle. Já faz tempo que sabemos que os dados sobre o efeitos e o controle do ruído não se aplicam perfeitamente a algumas regiões do Brasil de clima quente úmido, diferente dos países de clima temperados. O comportamento da população com relação ao ruído, dados sobre a audição dos Brasileiros também diferem de outros países. O controle do ruído urbano, a legislação, e a arquitetura também são diferentes. As pessoas interessadas em apresentar comunicação poderão enviar uma proposta de título para o prof. Jules G. Slama. Essas informações vão permitir prever o tamanho da sessão e seu conteúdo Estas poderão ser enviadas por E-Mail para conta Jules@serv.com.ufrj.br



## PUBLICAÇÕES EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES

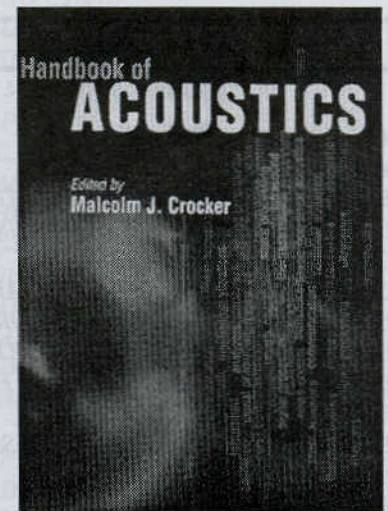
### Diseño Acústico de espacios arquitectónicos

Antonio Carrión Isbert  
Ediciones UPC – Universitat  
Politécnica de Catalunya  
434, pp.  
ISBN 84-8301-252-  
9-1998



### Handbook of Acoustics

Editado por Malcom J. Crocker  
John Wiley & Sons Inc.  
ISBN: 0-471-  
25293-X  
1461 pp. £ 95.00



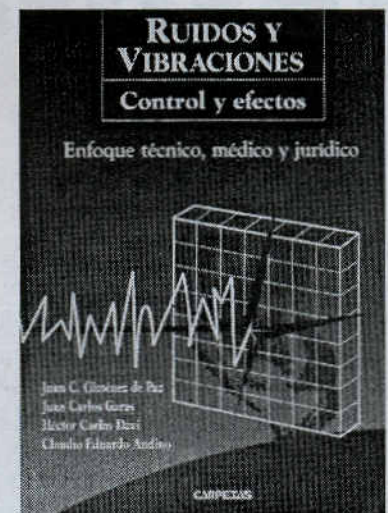
### Ruido en la industria textil. Estudio del ruido ambiental en empresas valencianas del sector textil (Valencia, 1997)

Amando García Rodríguez, Ana María García García,  
José Vicente Garrigues Mateu, Francisco L. Baixauli  
Edo, Ramón Mico Martínez, Pere Boix Ferrando Y Ali-  
cia Marcos Martí  
Editor: Mutua  
Valenciana Levante



### Ruidos y Vibraciones Control y Efectos

Enfoque técnico, médico y jurídico  
Juan C. Giménez de Paz,  
Juan C. Garay,  
Héctor C. Davi,  
Claudio E. Andino  
Editora Carpetas de  
Derecho, S.A. – Ar-  
gentina  
e-mail:  
<Carpetas@comnet.  
com.ar>  
ISBN: 950-9792-21-  
7-1998



**La Evolución de las condiciones acústicas en las iglesias: del palocristiano al todobarroco**

Juan J. Sendra Salas, Jaime Navarro Casas  
Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Universidad de Sevilla  
107 pp.; 121 ilustraciones;  
ISBN: 84-88988-16-8-1997

**El problema de las condiciones acústicas en las iglesias: principios y propuestas para la rehabilitación**

J.J. Sendra, T. Zamarreño, J. Navarro, J. Algaba  
Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Universidad de Sevilla  
142 pp.  
ISBN: 84-88988-18-4-1997

**Arquitectura Acústica 1 poética**

Francesc Daumal Domènech  
Edicions UPC – Universitat  
Politécnica de Catalunya;  
e-mail: <edicions@sg.upc.es>  
Quaderne d'Arquitectes – 17  
ISBN: 84-8301-176-X1998

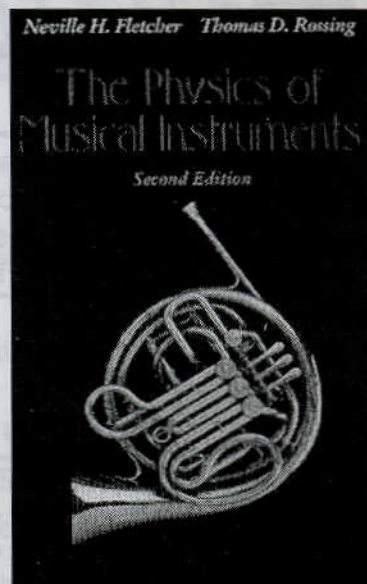
**Ruído, fundamentos e controle**

Samir N. Y. Gerges  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis, Santa Catarina, Brasil  
e-mail:  
<gerges@mbx1.ufsc.br>  
ISBN: 85-900046-01-X; 1998 – 600  
pp., 370 figuras, 47  
tabelas  
Com versões nas  
línguas portuguesa e  
espanhola.



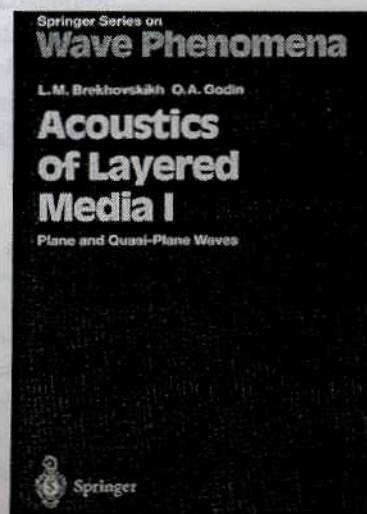
**The Physics of Musical Instruments**

N. H. Fletcher, Universidad Nacional de Canberra, ACT,  
Australia,  
T.D. Rossing, Northern Illinois  
University, DeKalb,  
IL, USA.  
Springer-Verlag  
2ª Edición 1998.  
760 pp. 945 fig.  
ISBN 0-387-  
98374-0/US\$ 69,95



**Acoustics of Layered Media I Plane and Quasi-Plane Waves**

L.M. Brekhovskikh, Academia Rusa de Ciencias, Moscú,  
Rusia  
O. A. Godin, Universidad de Victoria, Vic., Canadá.  
Editorial Springer-Verlag  
1ª Edición 1990.  
2ª Edición corre-  
gida, 1998.  
242 pp. 44 figs.  
ISBN 3-540-64724-4  
US\$ 59.95  
Springer Series and  
Wave Phenomena,  
Vol. 5



Associe-se à SOBRAC e ganhe as edições anteriores da

# Acústica & Vibrações

Para receber esta revista semestral e as edições anteriores gratuitamente, associe-se à Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC), preenchendo a ficha de inscrição nas páginas amarelas. Temos exemplares limitados das revistas anteriores, os quais serão enviados para os sócios novos por ordem de solicitação.

Os artigos publicados nas edições anteriores:



## **EDIÇÃO NÚMERO 13/JULHO 94**

- Análise de Posturas, Esforços e Vibrações nos Lixadores.
- Sugestões sobre Adaptação dos Protetores Auditivos.
- O Ruído e suas Interferências na Saúde e no Trabalho.
- EPIs Auditivos: Avaliação pelo T.T.S. - Parte 1
- EPIs Auditivos: Avaliação pelo T.T.S. - Parte 2
- Critérios de Classificação Audiométrica para Trabalhadores com Perda Auditiva Induzida pelo Ruído.
- A Importância do Monitoramento Audiométrico no Programa de Conservação Auditiva.



## **EDIÇÃO NÚMERO 14/DEZEMBRO 94**

- Controle Ativo de Ruído em Dutos.
- Identificação das Fontes de Ruído Veicular por Medição de Intensidade Sonora.
- Transmissão Via Aérea: Ruído Interno e Ruído Externo.
- Sistema de Exaustão: Fundamentos e Projetos.
- Ensaio e Simulação Acústica de Escapamento Veicular Simples.
- Simulação Numérica de Ruído Veicular Interno.
- Redução de Ruído Interno em Ônibus Rodoviário.
- Ruído Interno de Veículos Automotores: A Utilização do "Loudness".
- Simulação e Medições de Ruído de Aspiração de Motores em Laboratório.
- Estudo Experimental de Vibração e Ruído Durante o Acionamento do Pedal da Embreagem.
- Caracterização Acústica do Banco de Provas de Motores da Metal Leve Usando Intensidade Sonora.



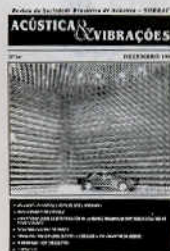
## **EDIÇÃO NÚMERO 16/DEZEMBRO 95**

- Resposta a Perguntas e Queixas com Relação a Audição e a Protetores Auditivos (Parte I, II e III).
- A Importância da Acústica e da Psicoacústica para a Audiologia: A Influência da Acústica das Salas de Aula na Percepção da Fala.
- Dicas para Controle de Ruído.
- Controle de Ruído de Máquinas.
- Reativação da Produção de Normas em Acústica Arquitetônica e Ambiental.
- Recomendações da Organização Mundial da Saúde sobre Ruído Industrial.



### **EDIÇÃO NÚMERO 17/JULHO 96**

- Progresso na Acústica de Edificações.
- A Exigência de Repouso Auditivo Mínimo de 10 Minutos a cada 50 Minutos de Trabalho, Conforme a Norma Técnica do Estado de São Paulo.
- O Uso de Materiais Absorventes no Controle de Ruído Industrial: Possibilidades e Limitações.
- Dicas para Controle de Ruído.



### **EDIÇÃO NÚMERO 18/DEZEMBRO 96**

- Aplicações do Controle Ativo do Som e Vibrações
- Ruído Ambiente em Portugal
- Comentários Sobre la Determinación de la Rigidez Dinámica de Materiales para Uso en Pisos Flotantes
- Dicas para Controle de Ruídos



### **EDIÇÃO NÚMERO 19/JULHO 97**

- Efeitos do Ruído no Homem
- Avanços tecnológicos em protetores auditivos até 1995: Redução ativa de ruído, frequência/amplitude-sensibilidade e atenuação uniforme. (Parte I)



### **EDIÇÃO NÚMERO 20/DEZEMBRO 97**

- Novos Desenvolvimentos em Normalização Internacional
- 2ª Chamada: I Congresso Iberoamericano de Acústica, I Simpósio de Metrologia e Normalização em Acústica e Vibrações do Mercosul e 18º Encontro da SOBRAC



### **EDIÇÃO NÚMERO 21/JULHO 98**

- Avanços Tecnológicos em Protetores Auditivos até 1995
- Qualidade Acústica em Escritórios Panorâmicos
- Aposentadoria Especial por Ruído



### **EDIÇÃO NÚMERO 22/DEZEMBRO 98**

- Comparação Laboratorial em Medição de Absorção Sonora em Câmaras Reverberantes
- O Ruído Incômodo gerado nas Instalações Hidráulicas Prediais
- As Políticas Europeias sobre Ruído Ambiente e o Espaço Ibérico
- Medição e Avaliação de Ruído em Ambiente de Trabalho

Visite o nosso site: <http://www.sobrac.ufsc.br>

Você Está na Página da

**SOBRAC**

Sociedade Brasileira de Acústica

DIRETORIA

REVISTAS

CONGRESSOS

NOVIDADES

ANUNCIANTES

PUBLIQUE

ANUNCIE

ASSOCIADOS

ASSOCIE-SE

Fundada em 21 de novembro de 1984, a Sociedade Brasileira de Acústica tem o objetivo de difundir informações entre pesquisadores, fabricantes, consultores e usuários. Esses conhecimentos são discutidos durante os encontros anuais, simpósios e publicações. Atualmente sua sede está na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A revista "Acústica e Vibrações" abrange atividades, eventos e pesquisa na área de vibrações e ruído e conta com tiragem de dois mil exemplares, distribuídos para sócios brasileiros e demais sociedades acústicas internacionais.

Contando com 782 sócios, a instituição recebe o apoio de diversas empresas. Desde 1985 está ligada ao I-INCE (Instituto Internacional de Engenharia de Controle de Ruído), participando das discussões para a elaboração da Lei do Silêncio, em 1990, e do Ruído Veicular, em 1993. Tem ainda representantes na ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e em outras instituições relacionadas à segurança no trabalho e conforto acústico. A sociedade é constituída por vários grupos de trabalho: o grupo de Ruído Veicular, responsável pela organização de simpósios em São Paulo; o de Acústica de Edificação, que promove encontros em conjunto com grupos de Ergonomia e Conforto Térmico; e o grupo de Conservação da Audição, que trabalha com outras entidades de Segurança e Medicina do Trabalho.



[sobrac@mbox1.ufsc.br](mailto:sobrac@mbox1.ufsc.br)

Diretoria - Revista Acústica & Vibrações - Congressos - Novidades - Páginas Amarelas - Publique seu Artigo  
Anuncie na A&V - Associados - Associe-se

Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Centro Tecnológico (CTC)  
Departamento de Engenharia Mecânica (EMC) - Laboratório de Vibrações e Acústica (LVA) - Campus Universitário  
Cx. Postal 476 - CEP 88030-900 - Trindade - Florianópolis - SC - Brasil  
Tel: (048) 234-4074 / 231-9227 - Fax: (048) 331-9677 / 234-1519