

# ACÚSTICA & VIBRAÇÕES

Número 13

Julho 1994



- ANÁLISE DE POSTURAS, ESFORÇOS E VIBRAÇÕES NOS LIXADORES
- SUGESTÕES SOBRE A ADAPTAÇÃO DOS PROTETORES AUDITIVOS
- O RUÍDO E SUAS INTERFERÊNCIAS NA SAÚDE E NO TRABALHO
- EPIs AUDITIVOS: AVALIAÇÃO PELO T.T.S.
- CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO AUDIOMÉTRICA PARA TRABALHADORES COM PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO
- A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO AUDIOMÉTRICO NO PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA

**SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC**

**Diretoria - 94/95**

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

**Conselho - 94/95**

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

**Endereço:**

Sociedade Brasileira de Acústica  
SOBRAC  
Depto. Eng. Mecânica da UFSC  
Campus Universitário  
Cx. Postal 476  
88040-900 - Florianópolis - SC  
Tel. (0482) 31-9227/34-4074  
Fax (0482) 34-1524/34-1519

## ÍNDICE

ANÁLISE DE POSTURAS, ESFORÇOS E VIBRAÇÕES NOS LIXADORES M. L. MOURA, J. MALCHAIRE E A. PIETTE .....	2
SUGESTÕES SOBRE A ADAPTAÇÃO DOS PROTETORES AUDITIVOS ELLIOTT H. BERGER .....	26
O RUÍDO E SUAS INTERFERÊNCIAS NA SAÚDE E NO TRABALHO VERA H. C. COSTA .....	41
EPIs AUDITIVOS: AVALIAÇÃO PELO T.T.S. - PARTE 1 AIRTON KWITKO E GESNI FERREIRA DA SILVA .....	61
EPIs AUDITIVOS: AVALIAÇÃO PELO T.T.S. - PARTE 2 AIRTON KWITKO E GESNI FERREIRA DA SILVA .....	75
CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO AUDIOMÉTRICA PARA TRABALHADORES COM PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO ROSIRENE GESSINGER, RAUL IBAÑES E JOSÉ SELIGMAN .....	84
A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO AUDIOMÉTRICO NO PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA ANA CLÁUDIA FIORINI .....	95
NOTÍCIAS .....	103

---

**Revista da SOBRAC — ACÚSTICA & VIBRAÇÕES**

*Publicada pela:*

**SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA**

*Edição:*

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

---

Apenas matérias não assinadas, são de responsabilidade da Diretoria.  
Matérias, notícias e informações para publicação na Revista da Sobrac, podem ser  
enviadas para Prof. Samir N. Y. Gerges, no endereço da SOBRAC.

**Florianópolis (SC) – Julho de 1994**

## ANÁLISE DE POSTURAS, ESFORÇOS E VIBRAÇÕES NOS LIXADORES

M.L. Moure (1), J. Malchaire (2), A. Piette (2)

(1) Divisão de Segurança e Saúde do Trabalhador, DRT/SP-Brasil  
fax: 011+4400750

(2) Unidade de Higiene e Fisiologia do Trabalho, UCL-Bélgica

### Sumário

Durante três meses uma centena de operações de lixar foram estudadas num atelier de manutenção de uma siderúrgica belga.

A amostra foi constituída de 78 operações efetuadas por técnicos de manutenção e 11 por soldadores. Metade das operações consistem em rebarbar e a duração é em média de 30min. Na maior parte do tempo os trabalhadores lixam com as costas curvadas para frente com um ângulo superior à 30°. Em 90% dos casos os punhos estão em desvio ou flexão-extensão. A força de preensão simulada é de 205±94N. O esforço é considerado como pesado por 10% dos trabalhadores.

Com uma mesma lixadeira de 230mm de diâmetro, seis trabalhadores realizaram 6 ensaios de cinco minutos cada equipados de um adaptador em cada mão e de um SPORTTESTER. Os níveis vibratórios restam idênticos na empunhadura principal devido ao gatilho que impõe a força de preensão. Na empunhadura auxiliar as diferenças podem dobrar no caso de 40% da FMV. A força de preensão normal ao lixar corresponde à 20% da FMV. A postura não é influenciada pelas características vibratórias da máquina, mas influencia a transmissão. O custo cardíaco e o gasto energético são aceitáveis.

**Key terms:** vibrações, lixadeira, posturas, força de preensão, custo cardíaco, gasto energético.

### **Introdução**

As patologias relacionadas às vibrações podem consistir em problemas vasculares, lesões osteoarticulares, problemas neurológicos ou musculares.

Os efeitos sobre a saúde são função das características vibratórias do equipamento e das condições da exposição. A maneira como o trabalhador sustenta uma máquina vibrante pode influenciar a transmissibilidade e a absorção da energia vibratória.

Entre os equipamentos vibrantes as lixadeiras são com frequência utilizadas por numerosos trabalhadores em vários setores industriais como na metalurgia, fundição e siderurgia. Elas podem originar níveis de vibração muito variáveis, de 1 à 10 m/s<sup>2</sup> e portanto apresentar um risco importante de síndrome de Raynaud induzida pelas vibrações.

O presente estudo tem por objetivo avaliar a influência do posto de trabalho e principalmente da postura e da força de prensão sobre as vibrações e o custo cardíaco ao trabalhador.

*RESUMO*

### **Materiais e Métodos**

Numa primeira etapa, as operações de lixar no atelier de manutenção foram observadas durante três meses, por intermédio do vídeo e de um documento preenchido in loco e eventualmente completado ou corrigido com base no vídeo. Para cada operação, esse documento retoma a função do trabalhador

(soldador, técnico de manutenção, mecânico); o tipo de operação efetuada (polir, rebarbar, chanfrar, desbastar) e sua duração; a lixadeira empregada (velocidade de rotação, diâmetro) e estado do disco; as posturas principal e a mais desfavorável das costas, a angulação dos membros superiores (braços, antebraços e punhos) bem como a posição das pernas (em pé, sentado, agachado, ajoelhado).

Em seguida, a opinião do trabalhador sobre as forças de pressão e preensão exercidas (leve, média, pesada) foi pedida.

O dinamômetro Jamar (PC 5030 51) regulado na segunda posição foi utilizado pelo trabalhador para simular a força de preensão que ele acabara de exercer sobre a empunhadura da máquina com a mão dominante.

Numa última etapa, seis técnicos de manutenção efetuaram, sempre com a mesma lixadeira, seis ensaios de cinco minutos cada um retomando as características habituais e extremas do posto de trabalho. Os três primeiros ensaios foram realizados em postura normal e forças de preensão normal, 20% de sua força máxima voluntária (FMV) e 40% da FMV sucessivamente. Antes de começar a lixar, foram levantadas as características físicas dos 6 trabalhadores, tais como o peso, a idade, o tamanho e a força máxima voluntária (FMV). Esta última, foi medida quatro vezes, utilizando o dinamômetro Jamar (na posição 2) e separadas por um intervalo de 2 min.

de repouso. Os três últimos ensaios foram realizados com força de preensão normal e nas três posturas à saber: curvado para lixar uma peça no solo, em pé lixando com os braços à 90° e em pé lixando com os braços acima de 90°.

Durante os seis ensaios, os trabalhadores portavam um sistema SPORTTESTER PE 3000 que memorizava a frequência cardíaca a cada 5s.

As vibrações em cada uma das empunhaduras foram gravadas simultaneamente por intermédio de dois acelerômetros B&K 4366 e B&K 4384 fixados em adaptadores e por um acelerômetro B&K 4321 fixo por uma braçadeira metálica na empunhadura principal segundo o eixo dominante X (a fim de medir as vibrações na máquina independentemente da preensão do trabalhador).

Entre cada ensaio foi realizada uma medição de controle de 30s, com o intuito de verificar qualquer alteração no comportamento vibratório da máquina ao longo do tempo.

As angulações dos segmentos corporais, a saber: dos cotovelos, dos ombros, das costas, das coxas e das pernas, foram levantadas para cada uma das quatro posturas utilizando-se um goniômetro. A interpretação da pressão postural foi realizada por intermédio do modelo bidimensional de Chaffin (Chaffin e Andersson, 1991). Cada operação de polimento foi seguida de uma operação no vazio de 30s e de um intervalo de 2 min. de repouso em postura sentada. As operações no

vazio foram realizadas em postura em pé, braços esticados com a máquina à altura dos quadris.

As diferenças entre os ensaios e os trabalhadores foram estudadas por análise de variância (ANOVA) em vias múltiplas.

## **Resultados e Discussão**

### ***Análise das operações de lixar***

Na primeira etapa, uma centena de operações de lixar foram observadas. Destas, 91 foram efetuadas com lixadeiras pneumáticas verticais e 89 foram consideradas como representativas das operações realizadas no atelier. As atividades de lixar dos mecânicos foram eliminadas pois elas são raras e são feitas exclusivamente por intermédio de politrizes. Por conseguinte, a amostra foi constituída de 78 operações realizadas pelos técnicos de manutenção e 11 pelos soldadores.

Sobre o total de operações da amostra, 50% consistem em rebarbar peças metálicas após o corte, 30% desbastar pontos e cordões de solda, 12% executar o chanfro de peças e 8% polir. A duração média das operações é de 30 min. com um desvio padrão elevado (70 min) demonstrando a vasta diversidade do tempo de utilização da lixadeira (de 1 à 480 min).

O emprego das lixadeiras de 180mm foi um pouco superior (57%) ao das lixadeiras de 230mm (43%), devido ao seu menor peso. 75% das lixadeiras

estavam equipadas com um disco usado.  
A percentagem das observações onde a postura era desfavorável é dada no quadro 1.

### **QUADRO 1**

#### **% dos casos de posturas desfavoráveis**

Postura	%
Encurvada (>30°)	63
Braço direito >45°	58
Braço esquerdo >45°	45
Antebraço direito >90°	39
Antebraço esquerdo >90°	38
Punho dir.:flexão-extensão	93
desvio	87
Punho esq.:flexão-extensão	93
desvio	89
Pernas:agachadas ou ajoelhadas	2

A maior parte do tempo, os trabalhadores executam as operações de lixar em pé com as costas encurvadas num ângulo superior à 30°. Em 93% dos casos os dois punhos estão em flexão ou extensão e, em aproximadamente 88% dos casos eles estavam em desvio cubital ou radial, ou seja a pressão postural ao nível dos punhos é acentuada. Em 50 % dos casos em média, os braços estavam à mais de 45° em relação ao

tronco.

Os esforços exercidos ao lixar são considerados pelos trabalhadores como médios em 50% dos casos e pesados em 10% (quadro 2).

## QUADRO 2

### **Expressão do trabalhador sobre o esforço**

Esforço	Leve (%)	Médio (%)	Pesado (%)
Esforço	37	55	8
Força de pressão	44	44	13
Força de prensão	39	50	13

A força de prensão simulada foi mais importante que 300N em 17% dos casos, em média ela foi igual a  $205 \pm 94$ N. Os valores máximos e mínimos sendo 35 e 514N. As diferenças são independentes do tipo de operação e da lixadeira. Elas são função das características individuais e da maneira de trabalhar.

As posturas adotadas, as forças despendidas e a expressão dos trabalhadores não são função da lixadeira utilizada, do diâmetro ou estado do disco e das operações executadas (teste do  $\chi^2$ ). Elas dependem das características da tarefa no momento onde ela é efetuada (altura, profundidade, dimensões da peça etc...).

As características físicas dos 6 trabalhadores

levantadas antes do início dos ensaios são dadas no quadro 3.

### **QUADRO 3**

#### **Características físicas dos trabalhadores**

Trabalhador	Idade (anos)	Peso (Kg)	Tamanho (cm)	FMV (N)	
				esq.	dir.
1	44	77	178	390	450
2	46	72	175	379	349
3	49	62	160	431	416
4	42	90	170	480	469
5	38	73	164	584	566
6	42	70	169	468	510
Média	43.5	74.0	169.3	455.3	460.0
Desvio padrão	3.8	9.3	6.7	74.8	75.1

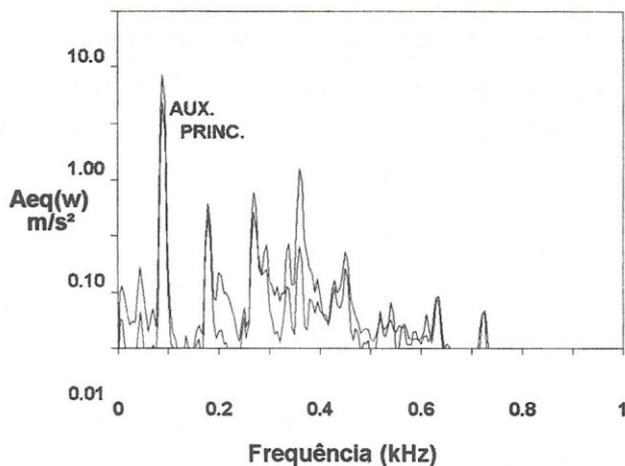
A lixadeira empregada em todos os ensaios possuía diâmetro igual à 230mm, peso de 5.5kg e velocidade de rotação igual à 5100rpm

Não houve alteração dos níveis vibratórios provenientes da máquina ao longo das 7 medições no vazio efetuadas entre cada um dos ensaios. A figura 1 (a e b) mostra o espectro da primeira e da última medição no vazio para um trabalhador.

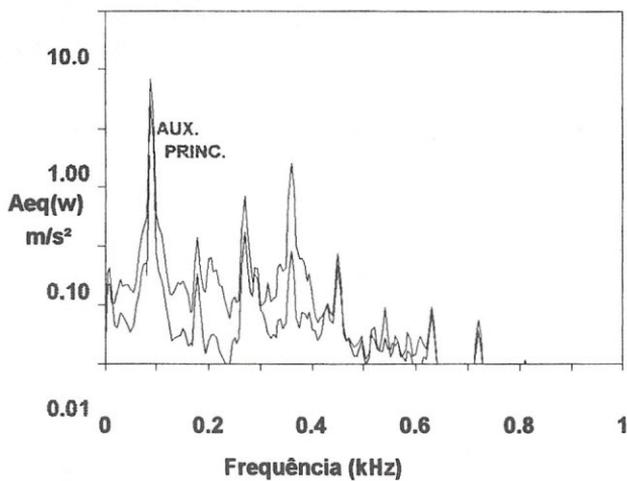
**FIGURA 1**

**Espectro de frequências da primeira e da última  
medição - lixadeira no vazio**

(a)



(b)



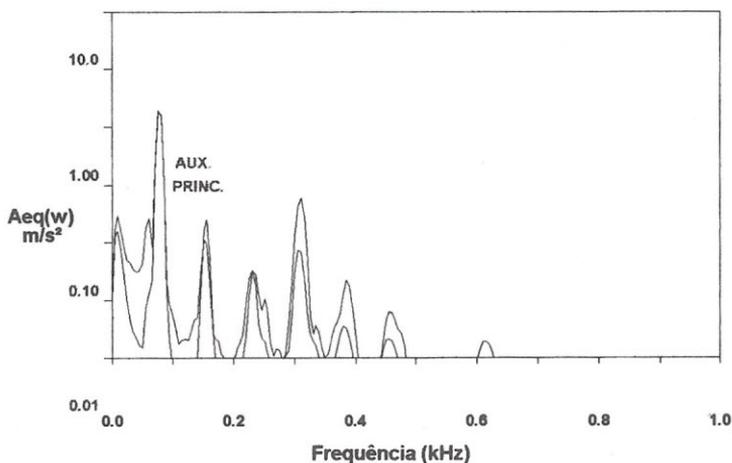
Não houve diferença significativa entre as medições dos ensaios no vazio dos seis trabalhadores e as medições entre ensaios efetuadas com o acelerômetro fixo na empunhadura principal pela braçadeira qualquer que seja o trabalhador.

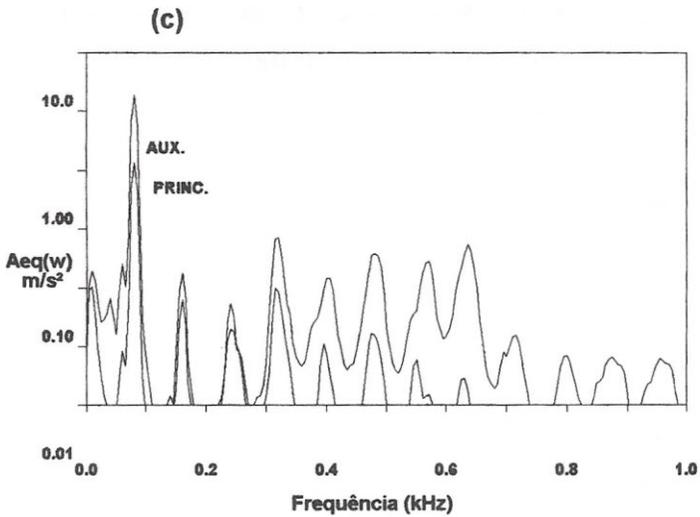
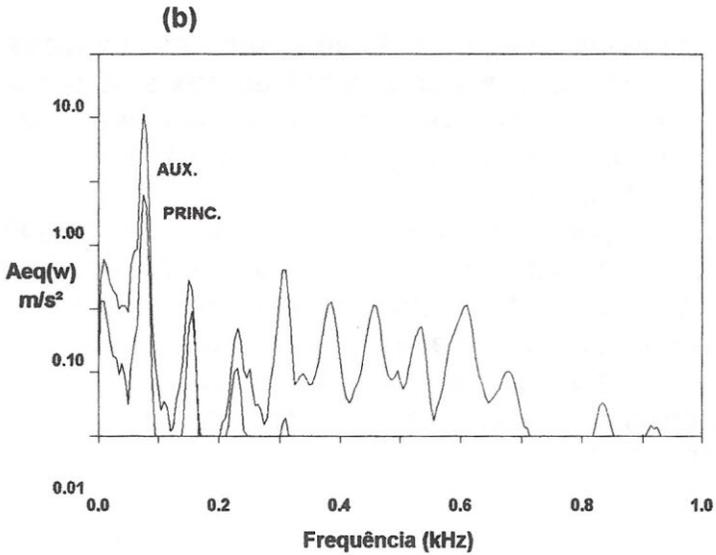
Quando das operações, os valores da frequência fundamental permanecem próximos de 75 Hz. A figura 2(a, b, c, d, e, f) mostra os espectros das vibrações medidas com os 2 adaptadores, para cada um dos ensaios relativos à um trabalhador. O perfil dos espectros permanece assemelhado ao observado para a operação no vazio.

## **FIGURA 2**

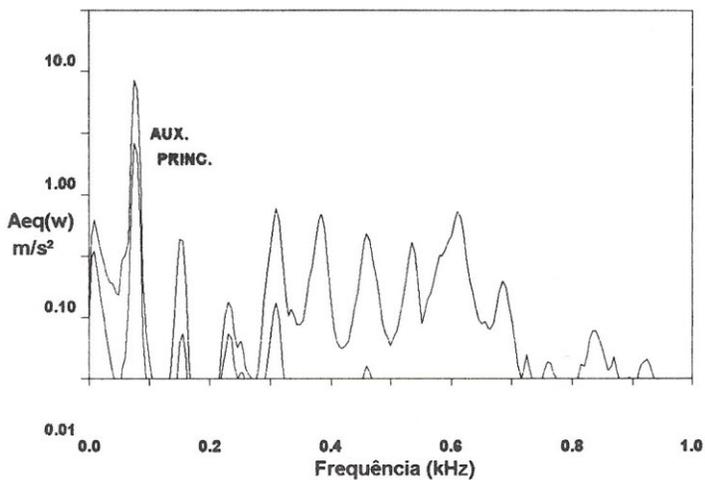
### **Espectro das vibrações para cada ensaio de um trabalhador**

(a)

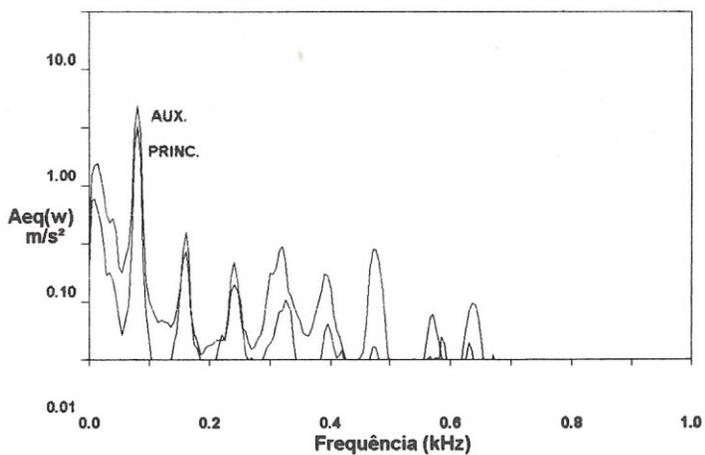


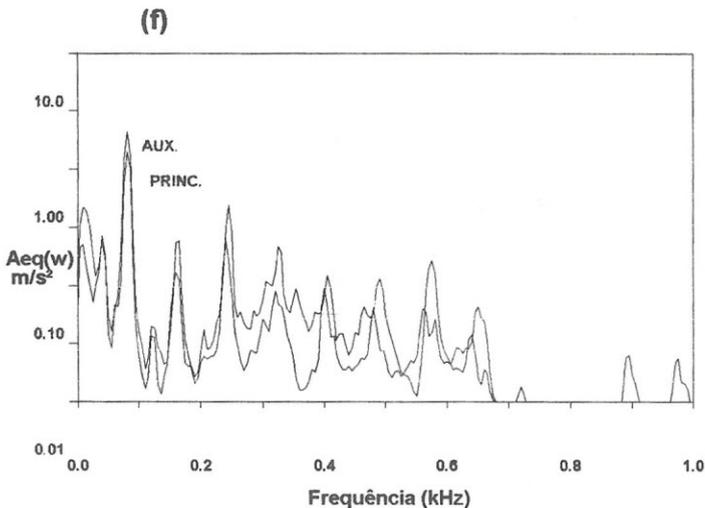


(d)



(e)

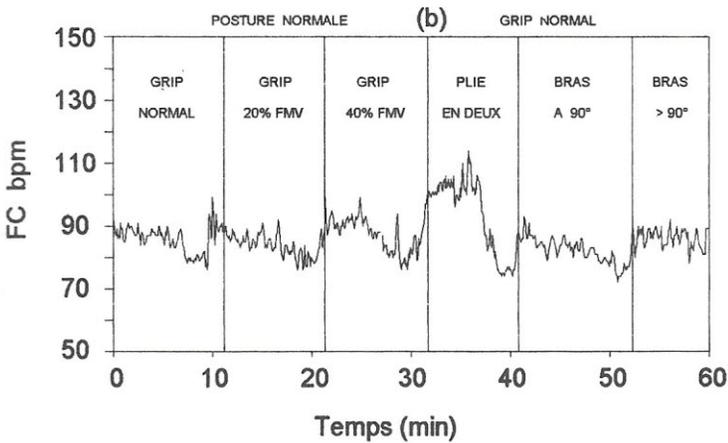
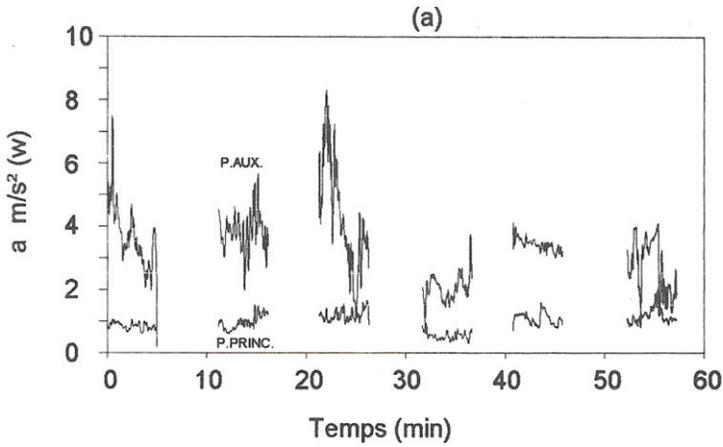




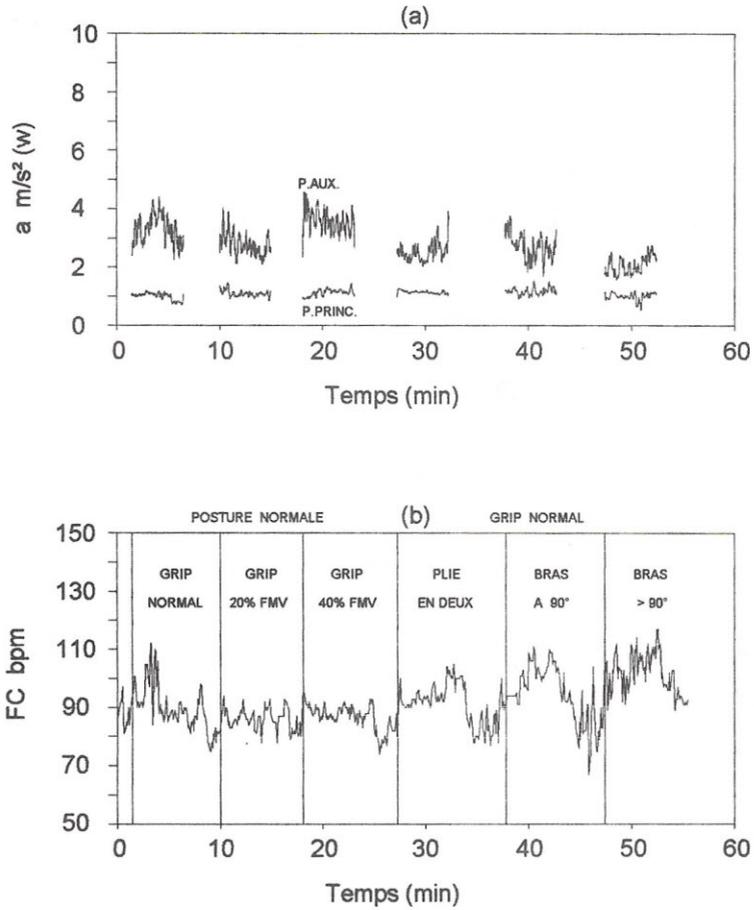
As figuras 3 (a,b) e 4 (a,b) resumem os resultados dessa série experimental no caso dos trabalhadores 4 e 6. Elas dão para as 6 sequências sucessivas os níveis de vibrações medidos por intermédio de adaptadores sobre as empunhaduras principal e auxiliar ao longo do tempo.

Os gráficos inferiores fornecem as evoluções correspondentes da frequência cardíaca em função do tempo.

**FIGURA 3**  
**Série experimental para o trabalhador 4**



**FIGURA 4**  
**Série experimental para o trabalhador 6**



**A influência da força de prensão sobre o nível vibratório.**

Os valores médios da força de prensão exercida espontaneamente pelos trabalhadores para lixar (determinados à partir de simulações sobre o dinamômetro JAMAR) são dados no quadro 4. A força de prensão empregada, sobre a empunhadura principal é de  $16,6 \pm 6,3\%$  da FMV com valores extremos de 9 à 26% da FMV e sobre a empunhadura auxiliar é de  $20,0 \pm 9,2\%$  da FMV os extremos sendo de 8 à 36% da FMV.

**QUADRO 4****Valores da força de prensão normal exercida sobre as empunhaduras**

Trabalhador	Mão dir.	Mão esq.		
	Grip Normal(N)	% FMV	Grip Normal(N)	% FMV
1	73	16.2	73	18.7
2	73	20.9	40	10.6
3	73	17.5	39	9.0
4	39	8.3	73	15.2
5	118	20.8	151	25.9
6	185	36.3	95	20.3
Média	93.5	20.0	78.5	16.6
Desvio padrão	51.4	9.2	41.5	6.3

A aceleração observada na empunhadura principal e portanto a força de preensão da mão direita varia pouco para um mesmo trabalhador e de um trabalhador ao outro. Esse fato é explicado pela presença do gatilho de comando que impõe a força a ser exercida para ligar a lixadeira e mante-la funcionando.

Já os níveis vibratórios medidos na empunhadura auxiliar variam de 2 à  $8\text{m/s}^2$  ao longo do tempo principalmente no ensaio 3

Os níveis obtidos para uma força normal correspondem aos observados para 20% da FMV em 4 dos 6 casos, o desvio padrão sendo inferior à 20%. Nos outros 2 casos, as diferenças vão do simples ao dobro.

No total, os níveis de vibração recebidos pela mão esquerda aumentam se a força de preensão aumenta. O aumento pode ir do simples ao dobro para uma força passando de 20 % à 40 % da FMV. Os valores decrescem em função do tempo, sobretudo quando do emprego de uma força de preensão 40% da FMV.

Essa diminuição deve ser atribuída à impossibilidade para o trabalhador de manter de maneira contínua uma força de preensão elevada tal como 40% da FMV (Grandjean, 1983).

Segundo Chatterjee (1991), a presença de vibrações sobre a empunhadura do equipamento contribui à mascarar o sinal dos captosres de pressão ao nível da mão e impele o trabalhador à cerrar mais forte para sentir seu movimento. Trata-se portanto de um aumento involuntário da força de preensão induzida pelas

vibrações. Um aumento da força é suscetível de reduzir a circulação sanguínea ao nível dos dedos, de reduzir um pouco a temperatura destes últimos e aumentar a penetração das vibrações nas mãos (Starck, 1984).

Segundo Starck (1984), a transmissão seria função da raiz cúbica da força de preensão, o que para uma duplicação da força de preensão implica numa transmissão maior de 25%. O que é de mesma ordem de grandeza da majoração do nível de vibração que nós constatamos sobre a empunhadura auxiliar.

### ***A influência da postura sobre o nível vibratório***

Não foram observadas diferenças significativas entre os níveis de vibração medidos nos três últimos ensaios tanto por intermédio dos adaptadores sobre as empunhaduras que pela braçadeira na empunhadura principal. Pode-se formular portanto a hipótese que o funcionamento do equipamento e a exposição do trabalhador permanecem idênticos qualquer que seja a postura.

O quadro 5 fornece os níveis de aceleração médios determinados sobre a empunhadura auxiliar. Esses níveis evoluem ao longo dos 5 minutos das fases sucessivas mas não observamos nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os diferentes ensaios.

### **QUADRO 5**

**Valores da aceleração equivalente  
recebida pela mão esquerda em m/s<sup>2</sup>**

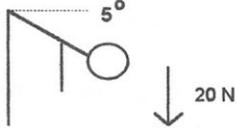
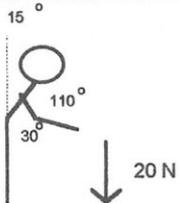
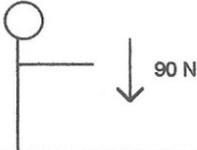
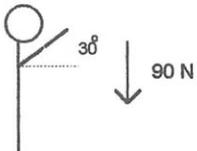
Trabalhador	Posturas:			
	4	1	5	6
1	3.0	1.8	2.0	2.5
2	4.5	4.3	2.0	3.0
3	2.5	1.8	1.5	3.5
4	2.0	3.5	3.5	3.5
5	3.5	3.5	3.0	3.0
6	2.5	3.5	2.5	2.5
Média	3.0	3.1	2.4	3.0
Desvio padrão	0.9	1.0	0.7	0.4

A exposição às vibrações não é portanto influenciada pela postura. Entretanto isso não significa necessariamente, que os problemas musculoesqueléticos resultantes serão idênticos. Na realidade, o enrijecimento dos braços não é o mesmo nas quatro situações estudadas e a transmissão pode ser desde logo diferente.

A energia absorvida depende da força de preensão, da carga estática e da intensidade de vibração. Reynolds (1977) constatou que para a força de preensão com o braço à 90° quase toda energia absorvida pela palma da mão e dedos se dissipa na mão e no braço para as frequências superiores à 100Hz, citação de Griffin (1990). Se as posturas parecem influenciar pouco a exposição às vibrações, elas representam entretanto cargas estáticas muito diferentes.

A média das angulações dos segmentos corporais medidos para cada uma das posturas apresenta uma dispersão muito fraca entre os indivíduos (quadro 6).

**QUADRO 6****Angulações médias das posturas**

Postura	Angulações
(4) curvada	
(1) normal	
(5) braço=90°	
(6) braço > 90°	

Para as posturas (5) e (6), o trabalhador é obrigado a sustentar o peso da lixadeira. Já para as posturas (1) e (4), ele deve somente guiar o equipamento sobre a peça. A postura (1), que corresponde à postura principal, é a mais favorável ao nível da região sacro-lombar (L5/S1), a força de compressão pode ser estimada em 700N levando em conta o tamanho dos trabalhadores. Para as outras três posturas, a força estimada pelo modelo bidimensional de Chaffin é igual à 2300, 1600 e 1400N respectivamente, ou seja bem abaixo do limite de 3500N preconizado.

O modelo não acusa portanto algum risco dorso lombar importante. Ele assinala entretanto problemas potenciais aos quadris nas 3 posturas não ideais e aos ombros na postura (5), com os braços na horizontal.

Trata-se entretanto, segundo o modo de interpretação de Chaffin, de posturas não mantidas. No presente caso, foi pedido aos trabalhadores de manter essas posturas durante 5 minutos para permitir a frequência cardíaca de se estabilizar. De fato, dois trabalhadores não puderam terminar o ensaio (5) e dos seis trabalhadores cinco abandonaram o ensaio (6) antes do fim.

Trata-se portanto de posturas muito desfavoráveis sobre o plano estático e portanto muito fatigantes para o trabalhador sobretudo ao nível dos ombros.

### **O custo cardíaco**

O quadro 7 fornece as frequências cardíacas médias atingidas por 6 trabalhadores nas 4 condições de trabalho com posturas diferentes. A partir dessas frequências cardíacas estimou-se por métodos clássicos, o metabolismo equivalente, e os custos cardíacos absolutos (CCA) e relativos (CCR%).

**QUADRO 7**  
**Gasto energético**

Postura	FC (bpm)	Meq (w)	CCA	CCR (%)
curvada(4)	98.2	295	19.5	21
normal(1)	91.3	231	12	13
braço =90°(5)	95.2	259	10	17
braço >90°(6)	97.4	284	21.5	23

Pode-se concluir que trata-se no plano de gasto energético, de um trabalho leve a médio totalmente aceitável. A componente de frequência cardíaca de origem isométrica é importante e portanto o metabolismo equivalente calculado superestima o gasto energético real.

É importante notar entretanto que nos ensaios 5 e 6 a FC tende a se elevar ao longo do tempo e que não é portanto certo que um valor de regime tenha sido atingido. O custo cardíaco imposto por esse trabalho pode ser considerado como aceitável.

**Referências bibliográficas**

Chaffin D.B., Andersson G.B.J.: Occupational biomechanics. New York, Wiley-Interscience, 1991.

Chatterjee D.S.: Vibration and grip force. United Kingdom Informal Meeting on Human Response to Vibration Held at HSE, Buxton 1991 September 25-27.

Grandjean E.: *Precis d'ergonomie*, Paris, Les Editions d'Organisations, 1983.

Griffin M.J.: *Handbook of human vibration*, London Academic Press, 1990.

Starck J.: Characteristics of vibration, hand grip force, and hearing loss in vibration syndrome. Kuopio, Kuopion Yliopiston Julkaisuja, 1984.

# Sugestões Sobre a Adaptação dos Protetores Auditivos

Elliott H. Berger - Gerente de Eng. Acústica  
Cabot Safety Corporation  
7911 Zionsville Road, Indianapolis,  
IN 46268-1657, EUA  
Fone: (317)692-3031; Fax: (317)692-3116

## 1 Introdução

Este E.A.R.Log No.19 (ver referencia 1) pretende auxiliar na melhoria dos métodos de ajustamento dos protetores auditivos e eliminar orientação dos especialistas em Proteção Auditiva. Um certo número de técnicas imediatas de ajustamento, que podem ser implementadas sem a necessidade de equipamentos especializados de medição, são discutidas e é feito um apanhado sobre certos fatores que devem ser considerados quando da implantação dos Dispositivos de Proteção Auditiva (DPA's).

## 2 Considerações Preliminares

Quando o uso de qualquer tipo de Dispositivo de Proteção Auditiva é implantado, o melhor processo de acompanhamento é orientar cada usuário ou pequenos grupos, mantendo uma relação usuário instrutor de não mais do que 5/1. Isto é importante de vez que a compatibilidade e a adaptação dos protetores devem ser individualmente verificadas em cada empregado. Também deve ser considerado que quanto menor é o grupo, tanto mais provável é que os treinados venham tornar-se auto-conscientes durante o processo de adaptação. Deve-se dedicar cerca de 10 min. para orientação de cada empregado.

O treinamento em grupos maiores é útil quando acontece como um complemento, e não em lugar do treinamento individual ou de pequenos grupos. Trabalhar com grupos maiores é

uma maneira válida para proporcionar uma revisão e uma recordação, durante as reuniões anuais de treinamento, que são uma necessidade de todo Programa de Conservação Auditiva (P.C.A.). Uma excelente discussão sobre o processo de ajustamento pode ser encontrada na Referência Bibliográfica 2.

Antes de entregar o DPA o treinador deve examinar visualmente a orelha, o canal auditivo e as regiões circum-aurais, para identificar situações que possam interferir no uso do protetor em questão ou serem agravados por ele (ver EARlog 17 (1)).

No caso de empregados que estão sendo corrigidos e/ou retreinados no uso do dispositivo que eles estão usando atualmente, as condições do DPA devem ser igualmente verificadas (3 e 4). Todas as partes elásticas, tais como flanges de plugs sólidos e almofadas de conchas, devem estar intactas e apresentarem-se flexíveis, de modo que uma boa selagem acústica possa ser obtida; as hastes das conchas e dos dispositivos semi-aurais devem fornecer força suficiente para um ajuste adequado.

Geralmente a implantação do uso dos Dispositivos de Proteção Auditiva é feita, inicialmente, em ambientes calmos, longe do local de trabalho, isto é um aspecto de conveniência e logística, pois fica obviamente mais fácil para o especialista aplicador, ou treinador, se comunicar com a pessoa que está sendo treinada. A desvantagem desta abordagem é que, em baixos níveis de ruído, sem dúvida alguma, o usuário não pode sentir os efeitos benéficos da redução de ruído proporcionados pelos DPA's. É como se quiséssemos avaliar óculos escuros usando-os à noite ou em uma loja com pouca iluminação.

Quando o alto nível de ruído está presente durante o processo de adaptação, o usuário pode ouvi-lo para ajustar o DPA ao menor nível de ruído perceptível. Gravações em fitas casete, de ruído ou representativas de suas indústrias, e de faixa larga podem ser empregadas, usando-se um toca-fitas portátil. Se uma fonte de alto nível de ruído não estiver disponível, o treinador deve fazer um acompanhamento dos empregados, dentro de uns dias, nas horas de sua permanência no ambiente de trabalho, para rever o ajustamento e a adaptação dos dispositivos que estão sendo utilizados.

### 3 O Efeito de Oclusão

Tampando ou selando o ouvido com uma concha ou plug aumenta-se a eficiência com a qual a condução do som pelos ossos se dá nas frequências abaixo de 2 KHz.

Chamado efeito de oclusão(3), este faz com que os usuários de DPA ´s experimentem uma mudança na qualidade de suas vozes e de outros sons/vibrações gerados pelo corpo (respirar, mascar, caminhar, etc.). De todas as sugestões sobre o ajustamento que foram registradas, a adição do efeito de oclusão é a mais amplamente aplicável, sendo adequada quando do uso quase todos os tipos de protetores auditivos.

Para experimentar o efeito de oclusão, tampe seus ouvidos com os dedos enquanto você lê esta frase em voz alta, e note a mudança do som da sua voz - ela fica cheia e ressoando os tons baixos.

Outros adjetivos que têm sido usados para descrever a mudança na qualidade da voz são profunda, cavernosa e abafada. O efeito é maior quando o canal auditivo está tampado na altura da sua entrada. Entretanto, o efeito diminui à medida que os protetores auditivos de inserção estão colocados mais profundamente ou com o uso de abafadores com conchas de grande volume (ver figura 1).

O efeito de oclusão pode ser usado como um teste de ajuste para ambos, plugs ou abafadores, pedindo-se ao usuário para contar alto de 1 até 5, enquanto vai escutando as mudanças de qualidade da voz que indicam um selo acústico e a presença do efeito. Com os plugs de inserção, uma abordagem alternativa é contar em voz alta com somente um ouvido corretamente ajustado. A voz deve ser mais fortemente ouvida ou percebida no ouvido fechado (5). Se isto não acontecer, o plug deve ser recolocado ou redimensionado. Quando o segundo ouvido tiver sido corretamente ajustado, o efeito deverá ser o mesmo em ambos os ouvidos, fazendo com que a voz seja ouvida como se estivesse sendo emitida do centro da cabeça.

Alguns ouvintes são incapazes de ouvir diferenças no efeito de oclusão entre seus dois ouvidos, porém a maioria pode ouvir uma mudança no som geral da sua voz, quando ambos os ouvidos estiverem selados. Uma maneira alternativa é gerar com a voz um "som de teste", e um dos sons que alguns acham fácil

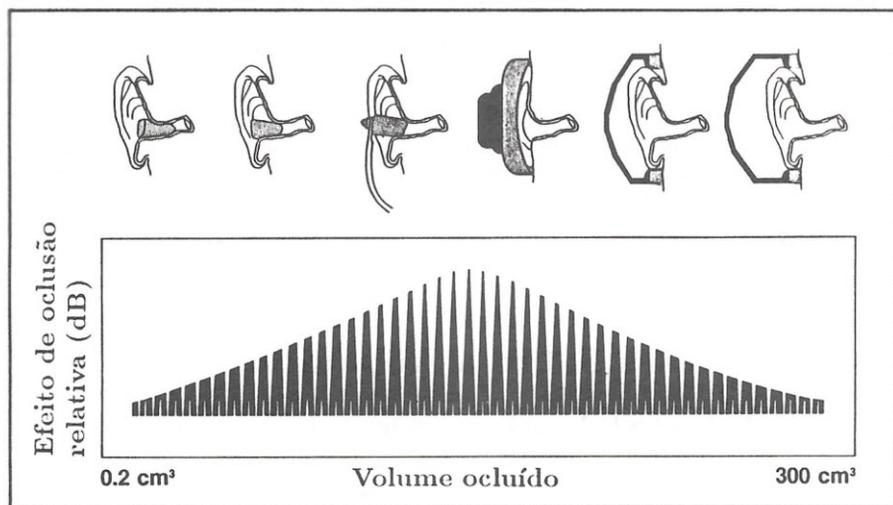


Figura 1: O efeito de oclusão e sua inter-relação com o ajustamento e o tipo do protetor auditivo. O efeito é minimizado com uma inserção profunda do plug (lado esquerdo do gráfico); aumenta em grandeza à medida que o plug é menos profundo, e atinge o máximo quando o canal auditivo é tampado por um dispositivo semi-aural, ou o pavilhão da orelha é aberta por um dispositivo supra-aural, como o fone de um audiômetro (os dois desenhos do centro); diminui à medida que o ouvido é recoberto por uma concha de abafador, e continua a se reduzir em grandeza à medida que o volume das conchas do abafador cresce (lado direito do gráfico).

de detectar é a emissão de um zumbido. É uma boa maneira de criar sons de diferentes alturas e a nível constante que podem ser usados quando se ouve o efeito de oclusão durante o ajustamento do DPA.

Uma precaução acerca do efeito de oclusão é que, embora ele seja uma boa maneira de testar o ajustamento de um DPA, sua existência é frequentemente citada como uma das características contestáveis do uso dos protetores auditivos.

Como mostrado na figura 1, os dispositivos semi-aurais criarão o efeito de oclusão mais significativo. A amplificação pode ser minimizada pela utilização de plugs de ouvidos que são inseridos mais profundamente, ou abafadores com conchas de grande volume.

## 4 Sugestões Sobre a Adaptação de Plugs

Quando implantado pela primeira vez, o uso de plugs de proteção auditiva, o treinador deve pelo menos colocar um plug no ouvido do empregado, para que ele(a) possa experimentar a sensação de uma colocação adequada do dispositivo. Isto é especialmente importante por causa da relutância dos usuários mais novatos que nunca introduziram qualquer coisa profundamente em seus canais auditivos. Com um plug adequadamente inserido a pessoa tem, então, um exemplo a seguir. Peça ao usuário para inserir o outro plug até que ele sinta ambos os ouvidos do mesmo modo e eles pareçam igualmente tamponados. Uma vez que os dois plugs tenham sido adequadamente inseridos, peça ao usuário para remover, então, ambos os plugs e tornar a inseri-los mais uma vez, para revisão e aumento da prática.

Para todos os tipos de Plugs de Proteção Auditiva, com a possível exceção dos plugs moldados nos ouvidos, a inserção é mais fácil e mais efetiva se o pavilhão da orelha for puxada para fora e para cima, conforme mostrado na fig. 2. O plug deve ser inserido no ouvido direito usando a mão direita, e no esquerdo, usando a mão esquerda. A orelha é puxada com a mão oposta, passada por trás e por cima da cabeça. Isto permite à mão que insere o plug e ter a melhor linha de abordagem para alcançar

um ajuste adequado.

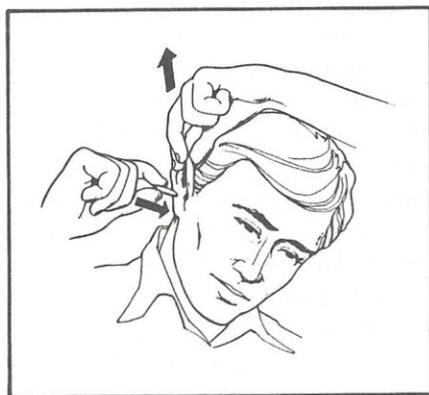


Figura 2: Puxando o pavilhão da orelha para fora e para cima quando da inserção de um plug de proteção auditiva.

O usuário deve descobrir a melhor direção para qual puxar a orelha, para ter acesso e alargar o canal auditivo o mais possível.

Pressionar simplesmente a orelha sobre o lado da cabeça não é, em geral, satisfatório. Demonstre a técnica correta guiando a mão do usuário, para ajudar ele ou ela a puxar sua orelha da maneira acertada. Todos os usuários deverão, inicialmente, usar a técnica de puxar a orelha, até que eles aprendam como melhor adaptar seus plugs auditivos, embora, com o tempo e experiência, alguns possam achar que isto não é mais necessário.

Os usuários poderão também necessitar de ajuda no encontrar a melhor para qual “apontar” o plug em seus canais auditivos. Embora, usualmente, esta deva ser para frente e ligeiramente para cima, isto pode variar sensivelmente de indivíduo para indivíduo, sendo mesmo, algumas vezes, dirigido para trás do crânio.

Uma vez ajustados, a redução do alto nível de ruído dos plugs de proteção auditiva pode ser testada subjetivamente, pressionando-se, firmemente, as mãos em concha sobre os ouvidos, enquanto se estiver num ambiente de alto nível de ruído constante.

Com os plugs adequadamente ajustados, os níveis do ruído

devem parecer aproximadamente o mesmo, estejam os ouvidos cobertos ou não, com as mãos.

Quando estiverem implantando o uso de plugs de proteção auditiva, os treinadores logo perceberão que as pessoas muito ciosas da limpeza de seus canais auditivos. Se o cerúmen (cera do ouvido) adere ou forma uma película sobre o plug que está sendo demonstrado, os usuários poderão ficar acanhados. Assegure-lhes que os plugs de ouvido penetram mais profundamente em seus canais auditivos do que eles mesmos poderiam ou deveriam fazer durante a limpeza de seus ouvidos. Além do mais, uma certa quantidade de cerúmen é necessário para construir uma barreira protetora para o ouvido (EARlog17 e ela pode, de fato, fornecer uma lubrificação para facilitar e melhorar a adaptação dos plugs de proteção auditiva.

## 5 Plugs de Proteção Auditiva de Espuma

Os plugs de proteção auditiva de espuma devem ser preparados para inserção através do movimento de rolá-los para que venham a ficar como um cilindro fino e sem dobras.

O cilindro deve ser do menor diâmetro possível, isto é, tão compactamente comprimido quanto possa ser alcançado. O rolamento livre de dobras é conseguido apertando-se levemente tão logo comece a rolar e, então, progressivamente, ir aplicando mais pressão para que ele fique o mais compacto e comprimido possível. Assegure-se de rolar o plug num formato cilíndrico ao invés de outras formas, como um cone ou uma bola.

Depois da inserção, pode ser necessário manter o plug no lugar com a ponta do dedo por um pequeno espaço de tempo, até que ele comece a se expandir e bloquear o alto nível de ruído. Isto não tem por motivo evitar que ele saia do canal auditivo uma vez que, propriamente inseridos, os plugs de espuma de fato não apresentam esta tendência; é antes, porém, para assegurar que o plug não se mova e se desloque antes de reexpandir o suficiente para se manter no lugar.

Diferentemente dos outros tipos de plugs de inserção, os plugs de espuma não devem ser reajustados enquanto estiverem no ouvido. Se a adaptação inicial não for aceitável, eles devem

ser removidos, rolagens outra vez e reinseridos. Além disso, um grande efeito de oclusão não significa geralmente o melhor ajuste dos plugs de espuma, visto que o efeito de oclusão é maximizado quando eles apenas entram ou tampam o canal, ao contrário do que acontece quando eles estão bem inseridos (ver fig.1).

De fato, quanto mais profunda for a inserção (a qual os plugs de espuma é usualmente associada à melhoria do conforto) tanto melhor deve ser o ajustamento e a atenuação, e menos percebido e incômodo será o efeito de oclusão.

O método mais simples, porém, o menos preciso, de verificar a colocação de um plug de espuma é examinar visualmente (para o treinador) ou com a ponta dos dedos (para o usuário) avaliando a posição da ponta do plug em relação ao trágus e à concha (ver fig.3).

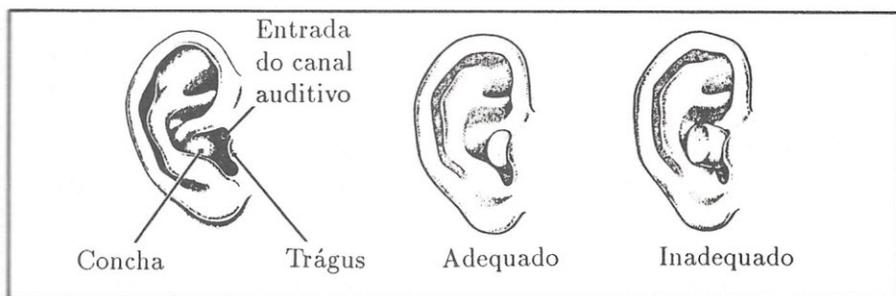


Figura 3: Aspectos característicos do ouvido externo (orelha e canal auditivo com a demonstração do ajustamento adequado e inadequado de um plug de espuma.)

Se a extremidade externa do plug está ao nível ou ligeiramente abaixo do trágus, isto geralmente indica que, pelo menos, metade do plug está no canal e que o ajustamento é adequado. Se a maior parte do plug projeta-se além do trágus, na concha, a inserção é provavelmente muito pouco profunda. Uma vez que a distância trágus-canal auditivo varia significativamente, esta verificação não é um indicador absoluto.

Um outro teste que tanto o usuário como o especialista aplicador podem fazer, é remover um plug depois que ele tenha se expandido no canal auditivo durante um minuto.

Se ele foi bem ajustado deve se apresentar livre de dobras e pregas, e a porção ainda parcialmente comprimida do plug, indicará que pelo menos metade de seu comprimento foi expandido além da entrada do canal auditivo e formou um selo dentro do próprio canal.

Um guia abrangente de todos os aspectos da utilização do plug de espuma, bem como um modelo para treinamento da modelagem para ajuda neste processo, estão disponíveis na E.A.R.(6).

## 6 Plugs Pré-moldados

Ao iniciar a inserção dos plugs pré-moldados, o especialista aplicador deve ser capaz de detectar facilmente erros grosseiros de tamanho. Alguns fabricantes de plugs de pré-moldados têm disponíveis medidores de ouvidos para auxiliar neste processo de seleção. Plugs que são demasiadamente pequenos tenderão a deslizar para dentro do canal sem nenhuma resistência, ficando a profundidade de sua inserção limitada somente ao dedo de quem coloca, e não ao próprio plug.

Plugs demasiadamente grandes ou não entrarão no canal auditivo ou não penetrarão suficientemente fundo, para permitir que seus flanges maiores (mais externos) entrem em contato com a concha (ver fig.3).

Com certos plugs pré-moldados multiflangeados, todavia, é desnecessário que o flange mais externo sele o ouvido, para se obter uma inserção apropriada e um ajustamento para aqueles que têm canal auditivo demasiadamente pequenos.

Um plug que está bem assentado e aparenta contato a parede do interior do canal auditivo sem machucar significativamente os tecidos, é um bom tamanho começar a ser usado(7). Quando um canal auditivo se encontra entre dois tamanhos, o maior tamanho não é necessariamente o melhor a ser escolhido. Muito embora ele possa proporcionar mais atenuação, se o plug não é usado ou não é colocado corretamente devido ao desconforto, o resultado da proteção efetiva pode ser menor que a que seria obtida, se tivesse sido selecionado o plug de menor tamanho e, portanto, mais confortável.

A experiência mostra que de 2 a 10% da população neces-

sitará de plugs e pré-moldados de tamanhos diferentes, para o ouvido direito e o esquerdo. Via de regra, quando maior for o número de tamanhos no qual um plug em particular é fabricado, tanto maior será a probabilidade de esta diferença acontecer.

Um plug pré-moldado bem inserido deverá geralmente criar uma sensação de tamponamento ou bloqueio devido ao indispensável selo de ar formado. Quando este selo é formado, uma resistência deverá ser sentida, e ao se tentar retirar o plug do canal auditivo, como ocorre ao se puxar uma rolha de borracha de uma garrafa de vidro. O selo de ar pode ainda ser testado se delicadamente “bombearmos” o plug para dentro e para fora do canal auditivo.

Quando um selo de ar acústico/pneumático adequado é formado, o movimento de “bombear” deverá causar trocas de pressão no canal auditivo, que o usuário deve estar apto a detectar.

Por causa do selo pneumático criado pela inserção adequada de um plug pré-moldado, uma sucção se dá se ele for retirado rapidamente. Isto pode ser desconfortável, doloroso e/ou potencialmente perigoso para o ouvido. Ensine aos usuários a remover o plug lentamente, ou mesmo a usar um leve movimento de torcer ou oscilar para, gradualmente, abrir o selo de ar à medida que os plugs forem retirados.

## 7 Plugs Moldados no Usuário

Um dos cuidados mais importantes para fazer um plug de molde individualizado é o uso de um algodão, espuma ou tampão de ouvido no interior do canal. O uso de um tampão previne que o material de moldagem venha ser forçado muito profundamente onde ele poderia entrar em contato com o tímpano ou ser difícil de remover.

Igualmente, ou talvez mais importante ainda, um tampão de ouvido ajuda a assegurar um melhor ajustamento do material de moldagem. Se o tampão não for usado, o material de modelar fica livre para correr ao longo do canal sem mesmo ajustar-se adequadamente a ele. Entretanto, quando um tampão é usado,

o fluxo do material de modelar é bloqueado, o que o força radialmente é para fora, para melhor encher o canal auditivo, proporcionando assim um assentamento ajustado a uma selagem mais efetiva.

## 8 Sugestões sobre o Ajuste dos Abafadores (Conchas)

NOTA - Em alguns países de língua portuguesa, o DPA abafador (devido ao hábito de se chamar o todo pelo nome de uma das partes) é comumente conhecido pela denominação conchas. Neste EARlog, entretanto, para clareza do texto, foi indispensável manter-se a distinção entre esses termos.

Contrariamente à crença popular, os abafadores não são dispositivos “tamanho único” para todas as pessoas. As hastes podem não se alongar ou encurtar suficientemente para atender a todos os tamanhos de cabeças, e a abertura das almofadas das conchas podem não acomodar adequadamente orelhas maiores. Os contornos nas áreas circum-aurais da cabeça dos usuários podem ser tão irregulares que as almofadas não se adaptem bem a eles. Da mesma forma que um plug de proteção auditiva, o uso de um abafador deve ser implantado individualmente, e seu ajustamento verificado, informando-se o usuário quanto às suas características e assegurando-se de que o abafador é compatível com a sua anatomia.

Coloque o abafador sobre a cabeça do usuário e certifique-se de que as conchas o cobrem totalmente e estão centradas em relação a um e outro pavilhão auditivo, sem descansarem sobre nenhuma parte deles. Ajuste as hastes de tal maneira que elas fiquem confortáveis sobre a cabeça e as almofadas sejam sentidas pelo usuário como exercendo uma pressão uniformemente distribuída em redor dos ouvidos. Instrua os usuários acerca da importância de alcançar a melhor selagem possível entre as almofadas das conchas e os lados da cabeça. Bonês, capacetes e outras peças de vestuário ou acessórios usados sobre a cabeça não devem interferir com esta selagem, e o excesso de cabelo deve ser jogado para trás e fora da superfície da concha.

As hastes dos óculos devem assentar-se próximo aos lados da

cebeça e ser tão finas quanto possível, com vistas a reduzir seus efeitos sobre a capacidade das almofadas de vedar em redor dos ouvidos. A perda de atenuação que as hastes dos óculos criam, com as almofadas em boas condições, é normalmente de 3 a 7 dB.

O efeito varia enormemente entre conchas e também depende da maneira de ajustar e do estilo dos óculos.

Dados representativos são mostrados na figura 4.

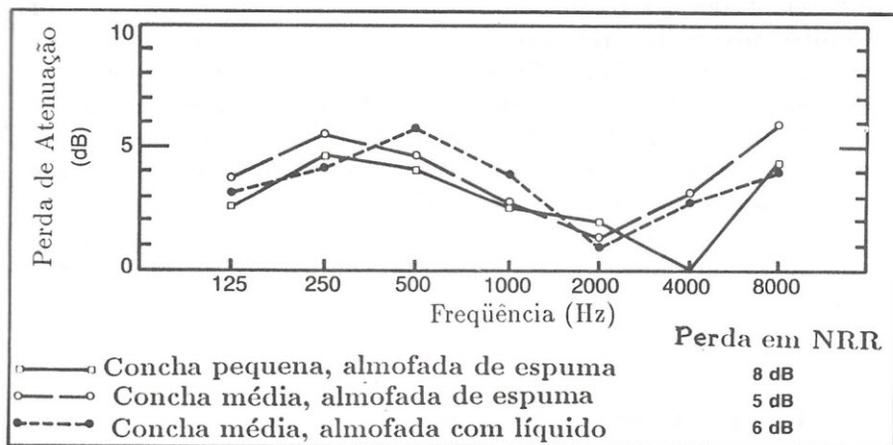


Figura 4: Efeitos de óculos corretamente dimensionados e adaptados, na atenuação de três diferentes abafadores(8). Dados referentes a 10 indivíduos testados de acordo com a ANSI S3.19-1974.

O uso do óculos juntamente com a utilização de abafadores pode ser desconfortável para algumas pessoas, uma vez que as almofadas das conchas pressionam as hastes dos óculos contra a cabeça. A pressão pode ser aliviada adaptando calços de espuma nas hastes, sem que, porém, este conforto se faça às custas da atenuação, conforme ficou demonstrado para um dos calços comercialmente disponível(8). Outrossim, calços de hastes não contribuem em nada para reduzir folgas acústicas causados por hastes de dimensões exageradas que prejudicam o selo almofada/cabeça em torno do ouvido. De qualquer forma, o uso de calços para hastes de óculos deve ainda ser considerado, uma vez que o aumento do conforto que eles podem proporcionar pode ser fundamental para a motivação de certos

interessados em usar seus DPA's.

A proteção de um abafador pode ser verificada de uma maneira expedita, pedindo-se aos usuários para ouvir com as conchas enquanto estiverem no ambiente de alto nível de ruído no qual eles trabalham. Eles devem ser capazes de detectar uma considerável diferença no instrumento de alto nível evidente no ambiente, se levantarem ambas as conchas, ou perceberem a diferença entre os dois ouvidos, se levantarem somente um dos lados. Se isto não se der, o abafador estará ou grosseiramente mal ajustado, e portanto em condições muito inadequadas, ou os altos níveis de ruído nos quais a pessoa trabalha são predominantes sons de baixa frequência para os quais, geralmente, as conchas dão menos proteção. A maior parte dos ouvintes não deverá ser capaz de detectar de pequenos a mínimos graus de mal ajustamento com este teste. Isto porque os abafadores proporcionarão normalmente suficiente redução de alto nível de ruído, mesmo quando relativamente mal colocados, para que possa ser claramente percebida uma condição de não atenuação (ou seja, com a concha levantada).

## 9 Comentários Finais

Anos de experiência em conservação auditiva mostraram que os protetores auditivos são frequentemente mal usados, e em geral, seu desempenho no mundo real fica muito abaixo de proteção que os DPA's bem colocados e bem mantidos podem proporcionar. Para melhorar a situação, os empregados devem desenvolver sessões de treinamento, em grupo e individuais, nas quais sejam oferecidas aos empregados uma orientação clara e cuidadosa, a respeito de colocação e uso de seus DPA's. As sugestões apresentadas aqui deverão ser úteis para esta finalidade; conceitos de treinamento e motivação vêm sendo apresentados por toda parte (1,3,5,7 e 9).

Devemos nos lembrar de que leva tempo para as pessoas se acostumarem com os protetores auditivos, seja por causa de como elas se sentem, seja por causa de como elas passam a ouvir.

Um período de adaptação é aconselhável para novos

usuários, especialmente no caso de plugs de inserção. Poderá demorar uma ou duas semanas para que algumas pessoas se adaptem totalmente à sensação de usar um protetor auditivo, e reconhecer e apreciar os benefícios auditivos, bem como os não auditivos, que seu uso proporciona. O ajustamento dos protetores auditivos é fundamentalmente um assunto de senso comum. Com tempo, empenho e a experiência ganha numa observação cuidadosa, quase todos os ouvidos poderão se adaptar satisfatoriamente com protetores auditivos e esses problemas do mundo real ficarão assim superados.

## 10 Referências Bibliográficas

- [01] A série E.A.R.log, do No.1 ao No.20 está disponível e pode ser solicitado à Cabot Safety Corporation, Southbridge, MA, USA.
- [02] Royster L.H. and Royster U.D. (1985). "Hearing Protection Devices" em "Hearing Conservation in Industry". redação de A.S. Feldman and C.T. Grimes, Williams and Wilkins, Baltimore, MD 103-150.
- [03] Berger, E.H. (1986). "Hearing Protection Devices", em "Noise and Hearing Conservation Manual", 4o. Edição, redação de E.H. Berger, W.D. Ward, J.C. Morrill e L.H. Royster, Am. Ind. Hyg. Assoc. Akron, OH, 319-381.
- [04] Gasaway, D.C. (1984). "Sabotage Can Wreck Hearing Conservation Programs", Natl. Saf. News 129(5), 56-63.
- [05] Ohlin, D. (1975). "Personal Hearing Protective Devices-Fitting, Care and Use", U.S. Army Environmental Hygiene Agency, Report No. AD-A021 408, Aberdeen Proving Ground, MD.
- [06] E.A.R. Fit Kits os quais incluem um manual e um modelo para treinamento, estão disponíveis na E.A.R. Division no endereço indicado abaixo.
- [07] Guild, E. (1986). "Personal Protection" em "Industrial Noise Manual", 2o. edição, Am. Ind. Hyg. Assoc. 84-109.

- [08] Berger E.H. (1986). Notas inéditas de pesquisa sobre medições efetuadas nos laboratórios da E.A.R. Divison.
- [09] Royster, L.H. e Royster J.D. (1986). "Education and Motivation" em "Noise and Hearing Conservation Manual", 4o. Edição, redação de E.H. Berger, W.D. Eard, J.C. Morrill e L.H. Royster, Am. Ind. Hyg. Assoc. Akron, OH, 383-416.

Traduzido sob os auspícios da REAL Equipamentos de Segurança Ltda., São Paulo, Brasil, por Sylvio J. Geiger de Pinho e Eliana Giaccon de Miranda. Copyright 1988 E.A.R. Division.

O comitê Editorial desta revista, agradeço ao Sr. Elliott H. Berger, da Cabot Safty Corporation - EUA pela permissão dada para publicar seus artigos do: E.A.R.Log7 na edição número 11 de outubro 1992, intitulado MOTIVANDO OS TRABALHADORES A USAR DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AUDITIVA, E.A.R.Log17 na edição numero 12 de Junho 1993, intitulado INFECÇÃO AUDITIVA COM O USO DO PROTETOR e E.A.R.Log19 neste edição. Nos próximas edições serem publicados os E.A.R.Log8, 9 e 10. Cópias das revistas anteriores podem ser solicitadas da SOBRAC.

## O RUÍDO E SUAS INTERFERÊNCIAS NA SAÚDE E NO TRABALHO

Vera H. C. Costa

O ruído, agente físico que causa dano em organismos animais, está grandemente difundido nos tempos modernos, seja nas indústrias (de tecelagem, metalúrgica, serralheria, química, etc...) seja nos meios de transporte (trem, avião, caminhões etc...).

É sobejamente conhecida e reconhecida a surdez causada pelo ruído. Há, entre trabalhadores que são a ele submetidos com seus ambientes de trabalho, grande porcentagem de surdos, sem qualquer possibilidade de cura ou, mesmo, melhora da alteração já apresentada. A Legislação Brasileira, no Anexo III do Decreto nº 79037 de 24 de dezembro de 1976 que regulamenta a Lei nº 6367 de 19 de outubro de 1976 — Lei esta que dispõe sobre o seguro de Acidentes de Trabalho, a cargo do Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) — determina que, havendo redução em grau médio ou superior (ou seja, mais de 51 dB) da acuidade auditiva dos dois ouvidos, na faixa de 500 a 2000 hertz (faixa utilizada na conversação normal), o trabalhador terá direito a auxílio-suplementar. Este auxílio corresponde a 20% do salário de contribuição do segurado, vigente no dia do acidente que causou a surdez; no caso da surdez causada pelo ruído, é considerado, para cálculo, o salário percebido pelo trabalhador no dia em que inicia, na Justiça Civil, o processo solicitando do INSS a indenização devida. Trocando em miúdos, o trabalhador necessita perder mais da metade da sua capacidade de ouvir a voz das pessoas com quem conversa, para ter “direito” a receber uma indenização ínfima, que não vai lhe restituir a audição perdida.

Entretanto, a surdez pode ser considerada um mal menor, frente a outras alterações físicas e psíquicas causadas pelo ruído — algumas das quais chegam a colocar em risco a vida do trabalhador. Estas outras alterações vêm sendo estudadas, há muitos anos, em países como Itália, França, União Soviética, Polônia, Irã, Estados Unidos e, em menor proporção, também no Brasil (58,70,72).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) — na qual o Brasil tem representação — realizou, entre 31 de janeiro a 4 de fevereiro de 1977, o 2º encontro para estudo dos efeitos do ruído ambiental na saúde do homem e, na sua publicação *Environmental Health Criteria 12 — Noise* (Critérios de Saúde Ambiental

12 — Ruído), de 1980, reconhece e especifica as muitas alterações da saúde humana causadas pelo ruído. As nossas autoridades legislativas, contudo, continuam a ignorar totalmente estas lesões graves, fazendo com que um trabalhador que padece de doenças ocasionadas ou pioradas pelo ruído não tenha o direito de receber as indenizações devidas no caso de doença profissional ou, mesmo, de ser aposentado por invalidez decorrente delas — que seria o caso em pauta.

No intuito de chamar a atenção dos trabalhadores para os riscos que estão correndo, sem saber, realizamos uma revisão do que foi publicado, na literatura médica mundial, sobre o assunto.

## RUÍDO E CÉREBRO

Os diversos estímulos sensitivos (visual, auditivo, etc) são recebidos pelo cérebro através de duas vias:

1. direta ou específica, que transmite o estímulo do órgão receptor (olhos, ouvidos, etc), através do nervo correspondente, para estruturas do neo-córtex, onde vai se dar a percepção da imagem, som etc.
2. indireta ou inespecífica, que transmite o mesmo estímulo, por nervos colaterais da direta, para outras estruturas cerebrais, ditas inespecíficas. Estas estruturas têm como função a regulação de todas as funções biológicas (como respiração, digestão, circulação, etc), da atenção e do comportamento do indivíduo, sendo a regulação feita através de estruturas nervosas e de substâncias (hormônios), que são produzidas no local e vão agir em todo o corpo.

Por esta via indireta, pois, temos a possibilidade de que, ao recebermos qualquer estímulo sensitivo, tê-lo transformado em um fator que vai causar alterações nas funções biológicas, sejam elas quais forem. E é justamente por esta via que os agentes causadores de tensão, seja ela física ou emocional, vão atuar e produzir seus efeitos (10, 55, 76, 82, 90, 97), que tanto podem ser bons como prejudiciais. Este mecanismo de ação explica porque, em consequência da ação do ruído, podem haver alterações nos diversos órgãos do corpo.

Para causar surdez, é necessário que o órgão auditivo tenha suas células nervosas destruídas por sons de forte intensidade; contudo, para estimular a via indireta e produzir alterações psico-fisiológicas, tanto age um som tão intenso como o que causa a surdez, quanto um muito menos intenso (10, 24, 46, 55, 67, 81, 83, 89, 97). Assim, um som pode não causar surdez em quem é

constantemente submetido a ele e já estar, contudo, produzindo-lhe alterações outras, como aumento da pressão arterial, úlcera de estômago, etc.

Concluindo, como conseqüência direta da ação do ruído sobre o cérebro, podemos ter alterações nas mais diversas funções fisiológicas e sobre o psiquismo do indivíduo. A seguir detalhamos os achados na literatura médica consultada.

## **RUÍDO E APARELHO CIRCULATÓRIO**

O aparelho circulatório compreende o coração e a infinidade de vasos arteriais e venosos, que levam o sangue para todo o organismo e o trazem de volta para o coração. É nestes vasos — artérias e veias — que o ruído começa a sua ação nefasta. Pessoas que são submetida a ruído, mesmo por períodos curtos como dez ou quinze minutos, apresentam contração das paredes dos vasos, contração esta que é bem estudada nos vasos periféricos; há, pois, um aumento da resistência dos vasos, com diminuição do fluxo sanguíneo (5, 6, 10, 55, 78, 89), tanto na pele como em órgãos internos; já nos músculos das extremidades, há uma vasodilatação (10).

No coração, ocorre um aumento do número de batimentos, podendo haver irregularidade do ritmo (28, 44, 70, 78, 83, 96), com alteração na quantidade de sangue bombeado e aumento da pressão arterial sistólica e diastólica (3 a 6, 52, 78).

Estas reações são produzidas como parte do reflexo inicial, que surge sempre que ocorre um fato que pode significar perigo para vida do indivíduo; este reflexo prepara-o, pois, para se defender, seja com a fuga ou a luta. É desencadeado por mecanismos neurológicos e ocorre independentemente da vontade da pessoa. Geralmente, após cessada a causa desencadeadora — no caso, o ruído — há reversão de todas as alterações, voltando à normalidade circulatória. Contudo com a persistência ou repetição continuada do estímulo, vai haver uma alteração permanente da parede dos vasos e do coração, fazendo com que haja uma persistência da hipertensão arterial. Ao se tornar o indivíduo um hipertensivo, há uma piora do estado do seu músculo e vasos cardíacos, levando-o a uma insuficiência do trabalho do coração (insuficiência que se traduz por falta de ar, inchaços, etc), infarto do miocárdio e, até, morte súbita.

A ocorrência destas doenças cárdio-circulatórias foi demonstrada em estudos realizados em diversos países, onde foram encontradas lesões variadas nos trabalhadores submetidos a ruído durante sua atividade laboral (22, 23, 37, 38,

41, 43, 45, 50, 66, 83, 95, 99), ruído que variou de 60 a 115 dB. As principais modificações foram na pressão arterial e no funcionamento do coração; verificou-se que havia uma tendência à hipertensão arterial nos trabalhadores submetidos a ruídos, em comparação a companheiros que faziam serviço semelhante sem ruídos excessivo no ambiente; verificada, ainda, uma maior incidência de doença cardíaca isquêmica, isto é, infarto do miocárdio ou alterações que levam a ele (15, 43, 45, 84, 95). O tempo de serviço também influenciou nas alterações verificadas: quanto mais longo, maior a incidência de pressão alta e das doenças cardíacas, independente da idade que se tenha (22, 23, 37, 38, 66, 92, 99). Este comportamento da pressão arterial revela-se diferente do que ocorre com a população geral, onde ela tende a ser mais alta nos indivíduos que já ultrapassaram os cinquenta anos de idade. E um trabalhador de 25 anos, se já estiver submetido a um ambiente de trabalho ruidoso desde os quatorze anos, ou, mesmo, dezoito anos, pode ser um hipertenso, sujeito a morrer dentro de poucos anos pelas complicações causadas pela pressão arterial alta, tais como problemas cardíacos, renais, etc.

Além do aumento, pode haver, também, queda da pressão arterial em pessoas que tenham surdez causada pelo ruído (41, 75). O mecanismo pelo qual este fato ocorre não está bem elucidado. De qualquer forma, a pressão baixa pode levar a tonturas ou desmaios, colocando em risco a vida do trabalhador que esteja operando uma máquina.

O aparecimento de alterações da pressão arterial, seja para cima (hipertensão) ou para baixo (hipotensão), ocorre com maior frequência em trabalhadores que apresentam surdez causada pelo ruído. Isto provavelmente se deve ao fato de eles já terem sido submetidos, por mais tempo, ao ruído excessivo (92).

## RUÍDO E APARELHO DIGESTIVO

O aparelho digestivo compreende o tubo digestivo (esôfago, estômago e intestinos) e as glândulas anexas a ele (fígado e pâncreas).

No tubo digestivo, o ruído provoca alterações dos movimentos peristálticos (10), que são as “ondas” que fazem com que os alimentos ingeridos “caminhem” pelo tubo, para serem digeridos, absorvidos e o resto, eliminado sob a forma de fezes.

Estas alterações peristálticas fazem com que os alimentos “não desçam bem” ou que apareça diarreia ou prisão de ventre, a depender da reação do organismo de cada um.

Outra alteração pode ocorrer diretamente na parte inicial do tubo; a tensão

produzida pelo ruído leva ao aumento da produção do ácido clorídrico, que é normalmente secretado no estômago, para ajudar na digestão. A consequência deste aumento do ácido é o aparecimento de gastrites e úlceras do estômago ou duodeno (parte inicial dos intestinos e que se segue ao estômago), fato comprovado em estudos realizados com trabalhadores submetidos a ruído, que mostraram uma maior incidência destas doenças (44, 83, 87).

## **RUÍDO E SISTEMA ENDÓCRINO**

O sistema endócrino compreende a multiplicidade de glândulas endócrinas, que são os órgãos que fabricam hormônios. Estas substâncias vão, pela corrente sanguínea, exercer suas ações em outras glândulas endócrinas (estimulando ou inibindo a produção de outros hormônios) ou nos mais diversos tecidos e órgãos do nosso corpo.

A maioria das glândulas endócrinas é regulada por hormônios produzidos em uma estrutura do cérebro, chamada hipotálamo. Com isto, é fácil entender que, se o ruído causa alterações no cérebro, elas vão se repercutir, também, nas glândulas endócrinas.

Mesmo as glândulas que não são diretamente reguladas por hormônio hipotalâmico, como o pâncreas, vão sofrer a ação prejudicial do ruído, através de ação neurológica ou de outros hormônios alterados (no caso do pâncreas, o cortisol, o GH, o glucagon e a adrenalina que, entre outros, influenciam a ação da insulina produzida no pâncreas).

Há hormônios, em especial, que são considerados “hormônios de stress”, ou seja, têm a sua produção aumentada quando a pessoa é submetida a tensões, entre as quais está o ruído. Entre estes hormônios, estão:

1. adrenalina e cortisol que têm ação, entre outras coisas, na pressão arterial;
2. hormônio de crescimento que, como o nome já diz, promove o crescimento da criança e, no adulto, mantém a renovação dos tecidos — só que, em quantidade excessiva, ele se torna prejudicial e favorece, entre outros fatos, o aparecimento do diabetes mellitus, ação em que é ajudado pelo cortisol e pela adrenalina;
3. prolactina que, na mulher que está amamentando, provoca a fabricação do leite e que, em quantidade excessiva nos indivíduos (pois existe também no homem) provoca as alterações sexuais e reprodutivas de que trataremos adiante.

Dentre estas modificações endócrinas passíveis de serem desencadeadas pelo

ruído, várias já foram comprovadas por estudos realizados em homens e animais de experiência:

1. O cortisol revelou-se aumentado em trabalhadores submetidos a ruído durante o serviço (71); também substâncias derivadas dele e de outros hormônios produzidos na mesma glândula mostraram-se elevados quando dosados em pessoas submetidas a ruídos (8, 63, 64). Alterações encontradas nas enzimas das células brancas do sangue — leucócitos — de trabalhadores submetidos a ruído no serviço (60), também sugerem que haja um excesso de produção hormonal nas adrenais, glândulas que produzem, entre outros hormônios, o cortisol.
2. A adrenalina (16, 25, 35, 47, 63, 64) e derivado seu (36, 63, 64) também mostraram-se elevados em indivíduos submetidos a ruído experimentalmente ou no serviço; estes hormônios fazem parte do grupo dos chamados “de stress” e vão, com o tempo, causando ou piorando as alterações físicas ocasionadas por tensão, tais como pressão alta, diabetes mellitus, úlceras gástricas e duodenais, etc.
3. Em estudo experimental em homens sadios (20), submetidos a ruído industrial contínuo e descontínuo, notou-se o aumento dos níveis de hormônio de crescimento no sangue, sendo os níveis mais altos durante o ruído descontínuo.
4. Diabetes mellitus é o excesso de açúcar no sangue, constatado em várias dosagens com a pessoa em jejum. Aumento passageiro da glicemia é observado sob situação de stress (68), ocasionado pelo aumento de hormônios anteriormente citados. Estudos em homens e animais já demonstraram aumento tanto da glicemia como do glucagon (9,77), durante a exposição a ruído. Não encontramos estudo que tivesse sido feito como intuito de ver se em pessoas submetidas a ruído no serviço havia maior incidência de diabetes; contudo, um estudo realizado com outro intuito, com trabalhadores submetidos a ruído no serviço (33), mostrou que 7,61% dos submetidos a 89 dB e 7,69% dos submetidos a 81 dB eram diabéticos comprovados, quando a incidência de diabetes na faixa etária deles era de 2,2%.
5. Em animais, foram constatadas ações que indicam um aumento da vasopressina e oxitocina (62), hormônios que são fabricados em estruturas situadas no cérebro. Estes hormônios vão influenciar, respectivamente, a quantidade de urina secretada (como mecanismo de regulação da pressão arterial) e secreção do leite e contração de músculos do útero.
6. Ainda em animais submetidos a ruído (74), foram encontradas hiperplasias

de células do córtex adrenal (local de produção de cortisol e outros hormônios) e de células acidófilas da hipófise (que secretam ACTH, hormônio que estimula o funcionamento da córtex adrenal).

Embora não se possa transpor integralmente para o homem os achados de estudo com animais (pelas diferenças ocasionais entre mecanismos fisiológicos deles) houve concordância entre os estudos humanos e animais.

Necessário se torna que este e outros estudos sejam feitos no homem, para que se possa conhecer a totalidade das ações prejudiciais do ruído no sistema endócrino e, conseqüentemente, no corpo todo do trabalhador, já que os hormônios atuam em praticamente todas as funções orgânicas.

## **RUÍDO E SISTEMA IMUNOLÓGICO**

O sistema imunológico permite que o organismo se defenda das agressões representadas por elementos estranhos a ele, como bactérias, vírus, células cancerosas, etc.. Já foi demonstrado que o ruído excessivo altera elementos que atuam na defesa imunológica (48,71,82). Se isto for confirmado, estudos com grandes grupos de trabalhadores mostrarão que os mesmos estão sujeitos a contrair infecções e a ter maior dificuldade em se curarem, além de — o que é bem mais grave — a contrair um tipo qualquer de câncer.

## **RUÍDO, MULHERES GRÁVIDAS E SEUS FILHOS**

A partir do quinto mês de gestação, o ouvido do feto (criança em formação) já está formado. Em estudos realizados em mulheres grávidas, foi constatado que o feto reage a ruídos, aplicados a barriga da mãe, com movimentação do corpo (24, 27, 30) e aumento dos batimentos do coração (30, 61).

Outros estudos, realizados em populações que moravam perto de aeroportos — portanto, locais constantemente ruidosos — e em gestantes que trabalhavam em locais ruidosos, mostraram alterações em feto, tais como: baixo peso ao nascer (2,56), como resultante da diminuição do lactogênio placentário, um hormônio que regula o crescimento fetal (2); maior incidência de mal-formações no feto, especificadas como sendo de natureza neurológica (19) ou não especificada (40).

O lactogênio placentário, estando muito baixo, pode ocasionar dano ou morte do feto. Assim, uma trabalhadora submetida a ruído intenso no seu local de

trabalho, além de correr o risco de ter um aborto, vai estar sujeita a ter um filho com várias anomalias congênitas, geralmente neurológicas — portanto, sem muitas possibilidades de cura.

## RUÍDO E FUNÇÕES SEXUAL E REPRODUTIVA

Os hormônios estão entre os fatores reguladores da função sexual e são os reguladores da função reprodutiva, tanto de homens como de mulheres.

Há os chamados hormônios gonadais (produzidos principalmente pelos ovários e testículos e secundariamente pelas adrenais), que sofrem o estímulo de hormônios liberadores produzidos na hipótese, sob influência do hipotálamo.

Um outro hormônio, a já citada prolactina, também pode exercer ação nestas funções, quando em níveis normais, não se sabe qual a sua verdadeira função; contudo ao se elevar no sangue, a prolactina vai agir a nível de hipotálamo-hipófise-gônada, provocando uma diminuição da produção de hormônios gonadais e, conseqüentemente, alteração das suas ações. Assim, o homem pode apresentar diminuição do libido (vontade de ter relação sexual), impotência (incapacidade de ter ereção peniana) e/ou infertilidade (por diminuição de suas células reprodutivas, os espermatozoides).

Na mulher, podem ocorrer alterações das menstruações, podendo os ciclos menstruais tornarem-se anovulatórios, ou seja, não ocorrer a ovulação e a mulher não poder engravidar, ou só conseguí-lo com dificuldades; mesmo conseguindo a gravidez, ainda estar sujeita a ter aborto ou um filho anormal, como já citado anteriormente.

Apesar de já ser fato bem conhecido na medicina (49,73) o aumento da prolactina pelos fatores causadores de tensão (“stress”, entre os quais está o ruído), não encontramos estudos realizados entre trabalhadores, apesar de que se ouve, na prática da medicina entre trabalhadores, queixas que corroboram o citado aumento, e que um estudo chinês (87) relate alterações genitais em tecelãs aposentadas após terem sido submetidas a ruído por vários anos. Também em animais de experiência submetidos a ruído (74) foi constatada redução da frequência relativa de células basófilas da hipófise (células que secretam hormônios que estimulam as gônadas) e redução também do número de células intersticiais dos testículos (células que produzem os hormônios sexuais).

Apesar de, como anteriormente referido, os estudos em animais não poderem ser transpostos integralmente para o homem, este vem reforçar a hipótese de alterações sexuais causadas pelo ruído.

## **RUÍDO E EQUILÍBRIO**

O órgão que dá o equilíbrio — ou seja, que permite à pessoa ficar nas mais diversas posições, sem ter tonturas — é o vestibulo. Ele está situado no ouvido, em estreito relacionamento com a parte propriamente auditiva, a cóclea e é também atingido pelo ruído. Sintomas de perturbação vestibular, tais como tonturas (70), acompanhadas de náuseas e vômitos e até desmaios podem aparecer durante exposição a ruído e permanecer após a cessação dele (11, 89) e conforme o tempo de exposição, podem tornar-se crônicas, constituindo a chamada labirintite, encontrada em muitos trabalhadores que já apresentam surdez causada pelo ruído (42, 90) e, principalmente, em trabalhadores de locais pouco espaçosos, onde o som se reflete muito (89). É uma queixa que aparece freqüentemente entre trabalhadores brasileiros, embora seja pouco valorizada — o que é um fato bastante grave, já que pode ocasionar um acidente de trabalho, caso o trabalhador fique tonto junto de uma máquina em funcionamento, ou em locais altos.

## **RUÍDO E SISTEMA NERVOSO**

Além das alterações já referidas no cérebro, a exposição a ruído excessivo durante o trabalho, seja de prolongada ou curta duração, podem haver distúrbios dos nervos distribuídos pelo corpo. São relatadas entre outras alterações, aparecimento de tremores de mãos (81), diminuição da reação a estímulos visuais (47), desencadeamento ou piora de crises epiléticas e mudança na percepção visual das cores (97), além de zumbido no ouvido ocasionado pela lesão do nervo auditivo (90, 91).

## **RUÍDO E MÚSCULOS**

Foi demonstrado, em um estudo (39), aumento de uma substância (enzima), a creatina fosfocinase, originária dos músculos; este aumento é verificado, na prática médica, quando há lesão de músculos, tanto esqueléticos como cardíacos. No citado trabalho, não há referências às possíveis fontes de origem da enzima dosada.

## RUÍDO E PERFORMANCE

Inúmeros estudos científicos demonstraram que o ruído interfere negativamente na realização de tarefas físicas e mentais. Assim, foi constatada a diminuição da produtividade em testes laboratoriais ou em fábricas onde o ruído existia (11, 13, 29, 77, 97).

Em relação ao trabalho intelectual, foi comprovado que a interferência do ruído se dava quando era necessária memorização (11, 79, 80), planejamento (91) ou quando a tarefa era complexa ou exigia concentração e leitura para sua realização (26, 47, 72, 79, 88, 97) sendo observados, nestes casos, aumento ou aparecimento de erros e diminuição da velocidade do trabalho.

A contraprova de que o ruído atrapalhava deu-se com a demonstração de que, com a diminuição do ruído ambiental, havia aumento da eficiência e produtividade (11, 12, 14, 29, 86).

Assim, é aconselhável, para bom desempenho de tarefas — intelectuais ou físicas — que o ruído mantenha-se em torno de 55 dB (26, 47, 77, 88), o que está muito abaixo do que é considerado insalubre (e só por mais de 8 horas) pela Legislação Brasileira, isto é, 85 dB.

## RUÍDO E SONO

É fato percebido por todos que um ruído, produzido durante o seu sono, pode acordá-lo, principalmente se estiver na fase de sono leve ou na fase paradoxal, isto é, onde se dão os sonhos (1). Contudo, é ignorado que aqueles ruídos ouvidos enquanto a pessoa se encontra acordada podem atrapalhar o seu sono, horas após. Entre as alterações causadas, há a insônia ou dificuldade de adormecimento (11, 29, 70); conseguido este ocorrem despertares frequentes e diminuição da fase de sono profundo (11). Esta diminuição faz com que a pessoa acorde se sentido cansada, com sensação de que não dormiu ou dormiu pouco, uma vez que a fase de sono profundo é a mais reparadora.

Estas alterações das fases do sono são comprovadas como a realização de eletroencefalograma (EEG) durante o sono (11); o EEG, exame que avalia o funcionamento do cérebro, registra, de modo diferente, cada uma das fases do sono acusando, assim, quando falta uma delas — como no caso presente.

## **RUÍDO E COMUNICAÇÃO ORAL**

É fato percebido por todas as pessoas que estar em ambiente ruidoso prejudica a comunicação com outras pessoas que estejam por perto pois, além de ter que falar bem mais alto, ela terá dificuldade de se fazer entender e de compreender o que lhe falam (13, 93). Um trabalhador obrigado a usar protetor auricular devido a ruído excessivo, tem menores possibilidades de ficar permanentemente surdo — mas passa as 8 ou 9:30 horas do seu serviço como se o fosse, com prejuízo maior da sua comunicação oral.

Sendo o homem um animal comunicativo por excelência, o impedimento de que ele exerça esta característica social, que lhe é peculiar, vai-lhe trazer prejuízos, que serão não apenas psíquicos — como irritabilidade freqüente, frustrações, exasperação com tudo e com todos, diminuição da atenção geral no que o cerca, etc. (11, 29, 82, 91) — como também físicos, pois, em consequência destas alterações mentais, torna-se mais propenso a adquirir doenças chamadas de psicossomáticas, tais como gastrites, úlcera gástrica, diarreias, taquicardias e outras alterações do funcionamento cardíaco etc., como já anteriormente referido.

## **RUÍDO E ACIDENTES DO TRABALHO**

Pelas alterações psíquicas que pode produzir, pela dificuldade de comunicação que produz — seja por si próprio ou pelos protetores auriculares que os trabalhadores são obrigados a usar — o ruído no ambiente de trabalho é, comprovadamente, um fator de aumento no número de acidentes do trabalho (11, 90, 98), muitos dos quais graves ou mesmo mortais.

## **RUÍDO E PSIQUISMO**

É queixa constantemente ouvida dos trabalhadores que o excesso de ruído causa irritação em quem está submetido a ele. Este fato é comprovado em pesquisas realizadas em vários países (11, 26, 29, 32, 70, 72, 89, 90, 94), onde esta queixa e outras, tais como falta de vontade, sensação de falta de segurança, desconforto, exasperação, hipermotividade, indisposição, ansiedade e depressão, são constantes.

Pode haver o aparecimento de uma verdadeira neurose do ruído (11, 29), em que a pessoa torna-se intolerante a qualquer tipo de barulho, seja no trabalho ou em casa, podendo até originar brigas no lar por causa de atividades infantis ou uso de aparelhos sonoros, como rádio e televisor. Assim, acaba havendo interferência na própria vida familiar, causada por um fator existente no ambiente de trabalho.

## CARACTERÍSTICAS DE AÇÃO DO RUÍDO

O ruído, da mesma forma que outros agentes que produzem qualquer tipo de tensão, age de forma diferente entre as pessoas a ele submetidos. Este fato foi comprovado, nos mais diversos tipos de estudos científicos realizados em todo o mundo, com trabalhadores de diversos tipos de indústrias, diversas idades e diversos tempos de serviço (8, 16, 29, 41, 54, 66, 78, 83, 85, 93). Neles, houve as mais variadas incidências das diversas patologias que podem ser ocasionadas pelo ruído, mesmo nos grupos submetidos a um mesmo ambiente de trabalho e mesmas condições de ruído, sendo constatadas, também, pessoas em condições de saúde aparentemente normais.

Pesquisas foram realizadas na tentativa de descobrir qual ou quais fatores explicariam estas diferenças de alterações individuais. Entre as muitas sugestões, estão: fatores hereditários, que tornariam as pessoas susceptíveis a determinadas alterações (13, 66, 85); existência de alterações prévias na saúde do trabalhador (ex.: hipertensão), que seriam pioradas pelo ruído; reação pessoal ao ruído, sendo mais prejudicial o fato do trabalhador sentir-se incomodado pelo ruído, do que ser indiferente a ele (26, 55, 75, 91); sensação do trabalhador em relação ao trabalho que executa (10, 91), sendo mais susceptível de ter alterações se a tarefa lhe desagrade do que se lhe for agradável.

Uma característica marcante da ação do ruído é que ele não produz costume — isto é, ações não são atenuadas ou anuladas com exposições freqüentes. Elas afetam mais a saúde com o passar do tempo (31, 35, 64, 69, 93, 97). A única coisa que, a depender do tempo de exposição, faz regredir algumas das alterações agudas e nefastas provocadas pela ação do ruído excessivo, é sua redução a níveis toleráveis pelo organismo humano.

E mencionamos que “algumas alterações” podem ser revertidas pois, como sabido e comprovado, pelo menos a surdez e as alterações do aparelho circulatório não regridem — pelo contrário, a tendência destas últimas é se tornarem permanentes, como já comprovado, tanto em animais (67), como em homens (10, 35, 41, 66, 87).

## O RUÍDO E OUTRAS CONDIÇÕES DO TRABALHO

Devemos considerar que num ambiente de trabalho dificilmente o ruído é o único fator prejudicial à saúde presente, já que frequentemente ele está associado, no mínimo, à vibração. Assim, foi constatado que alterações provocadas pelo ruído eram pioradas com a presença da vibração e vice-versa (7, 21, 34, 51, 52, 53, 57, 59). A temperatura ambiental também mostrou influência (53), bem como foi prejudicial o trabalho em turno alternativo ou noturno (2, 80, 94). Substâncias químicas presentes no ambiente de trabalho, como trióxido de chumbo (65), dissulfeto de carbono (58), tetracloreto de carbono (18) e óxido de zinco (17) também tiveram efeito mais prejudicial à saúde quando associados ao ruído.

Assim, torna-se extremamente importante que os trabalhadores conheçam bem o seu ambiente de trabalho, para saber qual risco sua saúde está correndo com cada fator em separado ou em associação e que lute não simplesmente por um adicional de salário (que não vai lhe garantir a vida ou a saúde) mas pelas modificações do ambiente e das condições de trabalho, a fim de que lhe seja garantida a possibilidade de viver — e com saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alexandre A. Bruit et sommeil. *Soz Proventivmed* 19 (3): 155, 1974
2. Ando Y, Hattori H. Effects of noise on human placental lactogen (HPL) levels in maternal plasma. *Br J Obstet Gynecol* 84: 115, 1977
3. Andrén L. Cardiovascular effect of noise. *Acta Med Scand (suppl)* 657: 1, 1982
4. Andrén L, Hansson L, Björkman M, Jonsson A, Borg K. O. Haldynamic and hormonal changes introduced by noise. *Acta Med Scand (suppl)* 625 : 13, 1979
5. Andrén L, Hansson L, Björkman M, Jonsson A. Noise as a contributory factor in the development of elevated arterial pressure. *Acta Med Scand* 207: 493, 1980
6. Andrén L, Hansson L, Björkman M, Haemodynamic effect of noise exposure before and after B - selective and non-selective B-adrenoceptor blockade in patients with essential hypertension. *Clinsci* 61: 89s, 1981
7. Anitesco C, Bubuianu E, Contulesco A. Interaction des catecholamines et des electrolytes dans le traumatisme sonore vibratoire industriel. *Arch Mal Prof*, 34 (9): 503, 1973
8. Arguelles A E, Ibeas D, Ottone J P, Chekherdeman M. Pituitary-adrenal simulation by sound of different frequencies. *J Clin Endocrinol* 22: 846, 1962
9. Blomm SR, Daniel PM, Johnston DI, Ogawa O, Pratt OE. Release of glucagon, induced by stress. *Q j Exp Physiol*, 58: 99, 1973
10. Borg, E. Physiological and Pathogenic effects of sound. *Acta Otolaryngol (suppl)*. Stockh: 1, 1981
11. Boudouresques J. Nuisance du bruit en neurologie et psychiatrie. *Bull acad Nat Méd* 165: 993, 1981
12. Broadbent DE, Little EAJ. Effects of noise reduction in a work situation. *Occup Pesychol* 34: 133, 1960
13. Burns W. Noise and man. Ed John Murray - London, 1968
14. Burns W, Hinchcliffe R, Litter TS. An exploratory study of hearing and noise exposure in textile workers. *Ann Occup Hyg* 7: 323, 1964
15. Capellini A, Maroni M. Indagine Clinica Sull'ipertensione arteriosa e la malattia coronarica e loro eventuali rapporti com l'ambiente di lavoro in operai di un'industria chimica. *Med Lavoro* 65 (7-8): 297, 1974

16. Cesana GC, Ferrario M, Curti R, Zanattini R, Grieco A, Sega R, Palermo A, Mara G, Libretti A, Algeri S. Work-stress and catecholamines excretion in shift workers exposed to noise. I Epinephrine (E) and Nor-epinephrine (NE). *Med Lavoro* 2: 99, 1982
17. Chmielewski J, Jaremin B, Bartinicki C, Konieczka R. Evaluation of occupational exposure to zinc oxide in the marine production shipyard. I - Examination of the working environment and the stands under exposure. *Biul Inst Med morsk Gdansk* 25 (1): 43, 1974
18. Dasaeva AD, Demin YuM, Burykina LN, Yaglov VV, Kurnaeva VP, Kolboneva LI. Liver Morphology in isolated and combined effects of carbon tetrachloride and noise. *Gig Tr Prof Zabol Mar* (3): 31, 1986
19. Edmonds LD, Layde PM, Erickson JD. Airport noise and Teratogenesis. *Arch Environ Health*, 34: 243, 1979
20. Favino A, Farulla A. Variazioni di HGH plasmatico da rumore industriale nell'uomo. *Securitas* 59 (1): 47, 1974
21. Floru R, Damongeot A, Di Renzo N. Vigilance et nuisances physiques. 2. Effets de l'association du bruit et des vibrations sur la vigilance du conducteur. Étude expérimentale. *Cahiers de notes documentaires* 130: 37, 1988
22. Fouriaud C, Jacquinet-Salord MC, Degoulet P, Aimé F, Lang T, Laprugne J, Main J, Deconomos J, Phalente J, Prades A. Influence of socio-professional conditions on blood pressure levels and hypertension control. *Am J Epidemiol*, 120 (1): 72, 1984
23. Fouriaud C, Jacquinet-Salord MC, Degoulet P, Aimé F, Lang T, Laprugne J, Main J, Deconomos J, Phalente J, Prades A. Influence des conditions de vie et de travail sur la pression artérielle dans une population de salariés maghrébins de la région parisienne. *Arch Mal Prof* 46 (2): 79, 1985
24. Franc MCL, Meunier A, Catilina P. Agents mutagènes, tératogènes ou toxiques chez la femme enceinte pouvant être rencontrés en milieu de travail. *Arch Mal Prof* 42(3): 183, 1981
25. Frankenhaeuser M, Lundberg U. Immediate and delayed effects of noise on performance and arousal. *Biol Psychol* 2(2): 127, 1974
26. Gawron VJ. Noise: effect and aftereffect. *Ergonomics* 27: 5, 1984
27. Gelman SR, Wood S, Spellacy WN, Abrams RM. Fetal movements in response to sound stimulation. *Am J Obstet Gynecol* 143: 484, 1982
28. Gel'tisceva EA. Cardiovascular function of young people associated with precision task in a noisy

- environment. *Gig Tr Prof Zabol* 1: 25, 1980
29. Granati A, Angeleri F, Lenzi R. L'influenza dei rumori sul sistema nervoso. *Studio Clinico ed elettroencefalografico sui tessitori artigiani. Folia Medica* 42: 1313, 1959
30. Grimwade JC, Walker DW, Barlet M, Gordon S, Wood C. Human fetal heart rate change and movement in response to sound and vibration. *Am J Obstet Gynecol* 109: 86, 1971
31. Gruberova Ja, Janousek M, Grossava T, Svitek D. Repeated examination of workers occupationally exposed to noise. *Gig Tr Prof Zabol* 7(7): 31, 1986
32. Herridge CF. Aircraft noise and hearing loss. *J Occup Med* 29 (7): 576, 1987
33. Hodgson MJ, Talbott E, Helmkamp JC, Kuller LH. Diabetes, noise exposure and hearing loss. *J Occup Med* 29 (7): 576, 1987
34. Idzior-Walus B. Coronary risk factors in men occupationally exposed to vibration and noise. *Eur Hert J* 8: 1040, 1987
35. Ising M, Diend I, Günther T, Markert B. Health effects of traffic noise. *Int Arch Occup Environ Health*, 47: 179, 1980
36. Ising M, Günther T, Havestadt C, Krause C, Market B, Melchert HU, Schoknech G, Thefeld W, Tietze KW. Blutdrucksteigerung durch Lärm am Arbeitsplatz. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung. Federal Republic of Germany, 1979 (ISBN 3-88314-091-0)
37. Ismerov NF, Vermel AE, Kochanova EM, Kukuev AF, Shkarinov LN, Papoyan SSh. Prevalence of cardiovascular disturbance and risk factors in women occupationally exposed to noise. *Gig Tr Prof Zabol* Jun (6): 4, 1986
38. Jagaden D, le Fluart C, Marie Y, Piquemal B. Condition à l'étude de la relation bruit-hypertension artérielle. A propos de 455 marins de commerce âgés de 40 à 55 ans. *Ar Mal Prof* 47 (1): 15, 1986
39. Jonderko G, Gabryel A, Jonderko K, Konca A, Marcisz C, Olak Z, Szramek-Urbaniak A. The influence of noise and vibration upon creatine kinase activity in blood serum. *Int Arch Occup Environ Health* 49: 209, 1982
40. Jones FN, Tauscher J. Residence under an airport landing pattern as a factor in teratism. *Arch Environ Health* 33: 10, 1978
41. Jonsson A, Hansson L. Prolonged exposure to a stressful stimulus (noise) as a cause of raised blood-pressure in man. *lancet* I: 86, 1977
42. JUntunen J, Matikaine E, Ylikoski J,

- Ylikoski M, Ojala M, Vaheri E. Postural body sway and exposure to high-energy impulse noise. *Lancet* Aug (1): 261, 1987
43. Kalicinski A, Straczkowski W, Nowak W et al. Cardiovascular changes in workers exposed to noise. *Wiad Lek* 28 (1): 1, 1975
44. Karozodina EL, Saldatkina SA, Vinokur IL, Klimuklin AA. Effect of aircraft noise on the population near airport. *Hyg Sanit* 34: 182, 1969
45. Kavoussi N. The relationship between the length of exposure to noise and the incidence of hypertension at a silo in Teheran. *Med Lavoro* 64 (7-8): 292, 1973
46. Klosterkoetter W. Recent accomplishments concerning the effects of noise. *Kampf Lärm* 21 (4): 103, 1974
47. Klotzbucher BE, Fichtel K. Zum Einflub des Lärms auf die optische Signalerkennung. *Ergonomics* 22 (8): 919, 1979
48. Lomov OP, Tatarinova EU. Effects of noise on the functional state of blood leukocytes. *Gig Sanit* (12): 22, 1981
49. Mackay, Beischer, Cox, Wood Ed. *Tratado de Ginecologia*. Rio de Janeiro, Interamericana, 1985
50. Malchaire JB, Mullier M. Occupational exposure to noise and hypertension: a retrospective study. *Ann Occup Hyg* 22: 63, 1979
51. Manninem O. Hearing threshold and heart rate in men after repeated exposure to dynamic muscle work, sinusoidal vs stochastic whole body vibration and stable broadband noise. *Int Arch Occup Environ Health* 54: 19, 1984
52. Manninem O. Bioresponses in men after repeated exposure to single and simultaneous sinusoidal or stochastic whole body vibrations of varying bandwidths and noise. *Int Arch Occup Environ Health* 57: 267, 1986
53. Manninem O. Changes in hearing, cardiovascular functions, haemodynamics, upright body sway, urinary catecholamines and their correlates after prolonged successive exposures to complex environmental conditions. *Int Arch Occup Environ Health* 60: 249, 1988
54. Manninem O, Aro S. Noise-induced hearing loss and blood pressure. *Int Arch Environ health* 42: 251, 1979
55. Maugeri S, Odescalchi CP. Il rumore industriale - Problemi attuali, patologia, prevenzione. Estratto dal n° 5-6. Anno 53° - 1968, di *Securitas*
56. Mc Donald AD, Mc Donald JC, Armstrong B, Cherry NN, Nolin AD, Robert D. Prematurity and

- work pregnancy. *Br. J. Ind Med* 44: 41, 1987
57. Miyakita T, Miura H, Futatsuka M. An experimental study of the physiological effects of chain saw operation. *Br J. Ind Med* 44: 41, 1987
58. Morata TC. Study of the effects of simultaneous exposure to noise and carbon disulfide on worker's hearing. *Sacnd Audiol* 18: 53, 1989
59. Morelli G, Bellotti C, Perrella F. Stress vibratório nell'uomo: aspetti etiopatogenetici e lavoratori. *Nuovo Arch Ital Otol Rinol Laring* 1 (1): 94, 1973
60. Moschinski P, Moschinski P Jr. The Peripheral blood neutrophil enzymic activity in exposure to noise. *Gig Tr Prof Zabol Jun* (6): 23, 1986
61. Murphy KP, Smyth CN. Response of foetus to auditory stimulation (letter) - *Lancet* II: 972, 1962
62. Ogle CW, Lockett MF. The release of neurohypophyseal hormone by sound. *J. Endocrin* 36: 281, 196
63. Ortiz GA, Arguelles AE, Cresoin HA, Sposari G, Villafañe CT. Modifications of epinephrine, nor-epinephrine, blood lipid fractions and the cardiovascular system produced by noise in an industrial medium. *Hor Res* 5: 57, 1974
64. Osada Y, Yoshida K, Ogawa S et al. Physiological effects of aircraft noise, especially with regard to the level of the noise and the number of exposure to it. *Bull Inst Publ Health (Tokio)* 21 (2): 51, 1972
65. Paranko NM, Belistskaia EN. Experimental study of combined effects of chromium trioxide and noise on the cardiovascular system. *Gig Tr Prof Zabol Mar* (3): 27, 1986
66. Parvizpoor D. Noise exposure and prevalence of high blood pressure among in Iran. *J Occup Med* 18 (11): 730, 1976
67. Peterson EA, Augenstein JS, Tanis DC, Augenstein DG. Noise raises blood pressure without impairing auditory sensitivity. *Science* 211: 1450, 1981
68. Porte Jr D, Halter JB. The endocrine pancreas and Diabetes Mellitus. In: Williams Ed. *Textbook of Endocrinology*. Philadelphia, WB Saunders, 1981, p. 716
69. Pyykko I, Starck J, Färkillä M, Korhonen O. Melun haitallisuuden arviointi ja nelun cräita muita Kuin Kuulovaikutuksia. *Katsaukia* 45, Tuötorveyolaitos, Laajaniityntie 1,01620 Vantaa 62, Finland, 1982
70. Quick TC, Lapertosa JB. Contribuição ao estudo das alterações auditivas e de ordem neuro-vegetativas atribuídas ao ruído. *Rev. Bras. Saúde Ocup* 36 (9): 50, 1981
71. Rai RM, Singh AP, Upadhyay TN,

- Patil SkB, Nayar HS. Biochemical effects of chronic exposure to noise in man. *Int Arch Occup Environ Health* 48: 331, 1981
72. Ribas JC, Fortes JRA. Influência do ruído na saúde mental. A propósito observado em São Paulo. *Arquivos de Higiene e Saúde Pública* 27 (93): 251, 1962
73. Rose RM, Sachar E. Psychoendocrinology. In: Williams Ed. *Textbook of Endocrinology*. Philadelphia, WB Saunders, 1981, p. 646
74. Sackler AM, Weltman AS, Jurtshuk P. Endocrine aspects of auditory stress. *Aerospace Med* 31: 749, 1960
75. Satalow NN, Saitanov AO, Glotova KV. On the state of cardiovascular system under conditions of exposure to continuous noise. *Gig Tr Prof Zabol*, 6: 10, 1962
76. Sicard A. Les nuisances acoustiques de la vie moderne, *Bull Acad Nat Méd* 165: 975, 1981
77. Simpson CG, Cox T, Rothschild DR. The effects of noise stress on blood glucose level and skilled performance. *Ergonomics* 17 (4): 481, 1974
78. Singh AP, Rai RM, Bhatia MR, Nayar HS. Effects of chronic and acute exposure to noise on Physiological functions in man. *Int Arch Occup Environ Health* 50: 169, 1982
79. Smith AP, Acute effects of noise exposure: an experimental investigation of the effects of noise and task parameters on cognitive vigilance tasks. *Int Arch Occup Environ Health* 60: 307, 1988
80. Smith AP, Miles C. The combined effects of occupational health hazards: an experimental investigation of the effects of noise, nightwork and meals. *Int Arch Occup Environ Health* 59: 83, 1987
81. Sorg B. Tremor as an indicator of noise effects. *Z Gesamte Hyg* 25 (2): 124, 1979
82. Soulairac A. Perturbations psychosomatiques provoquées par le bruit. *Bull Acad Nat Méd* 165 (7): 1001, 1981
83. Sovorov LA, Denisov EI, Ovakinov VG, Tautin Yuk. Correlation between hearing loss and neurovascular impairment in workers and noise level. *Gig Tr Prof Zabol* 7: 18, 1979
84. Szczeklik E, Kotlarek Haus S, Szczeklik A et al. Effects of working conditions on risk factor of coronary disease. *Pol Tyg Lek* 28 (16): 560, 1973
85. Talbott E, Helmkmann J, Matthews K, Kuller L, Cottingham E, Redmond G. Occupational noise exposure, noise-induced hearing loss, and the

- epidemiology of high blood pressure. *Am J Epidemiol* 121 (4): 501, 1985
86. Taylor W, Pearson J, Mair A, Burns W. Study of noise and hearing in jute weavin. *J Acoust Soc Am* 38: 113, 1965
87. Tiejun W et al. The study on the health effects of loom noise on retired female weaving workers. *Ind health Occup Dis* 11 (5): 275, 1985
88. Umemura M, Aizawa N. Influence of noise on mental work. *Jap J Ergonomics* 22 (5): 259, 1986
89. Valcic I. Le Bruit et ses effets nocifs - Marson, 1981
90. van Dijk FJH. Non-auditory effects of noise in industry. II - A review of the literature. *Int Arch Occup Environ Health* 58: 325, 1986
91. van Dijk FJH, Souman AM, de Vries FF. Non-auditory effects of noise in industry. VI - a final study in industry. *Int Arch Occup Health* 59:133, 1987
92. van Dijk FJH, Verbeek JHAM, de Vries FF. Non -auditory effects of noise in industry. IV - A field study on industrial noise and blood pressure. *Int Arch Occup Environ Health* 59: 51, 1987
93. van Dijk FJH, Verbeek JHAM, de Vries FF. Non -auditory effects of noise in industry. V - A field study in a shipyard. *Int Arch Occup Environ Health* 59: 55, 1987
94. Verbeek JHAM, van Dijk FJH, de Vries FF. Non -auditory effects of noise in industry. III - Secondary analysis of a national survey. *Int Arch Occup Environ Health* 58: 333, 1986
95. Vermel AE, Zinenko GM, Kochanova EM, Sucres LT, Zeltser MR, Chernova EYu. Interrelation of intense industrial noise with the prevalence rate of cardiovascular diseases among female organized colectives of moscow and Havana (according to a simultaneous epidemiologic study). *Gig Tr Prof Zabol Dec* (12): 18, 1988
96. Villa A, Andreini GC, Merluzzi F, Quadrelli L, Tomasini M. Studio del rapporto fra funzione cardiaca e rumorosità ambientale in un gruppo di lavoratori addetti al collaudo di motori per autovetture. *Med Lavoro* 5: 397, 1980
97. Westman JC, James RW. Noise and stress: a comprehensive approach. *Environ Health Perspect* 41: 291, 1981
98. Wilkins PA, Acton WI, Noise and accidents - a review. *Ann Occup Hyg* 25: 249, 1982
99. Wu T-N, Ko Y-C, Chang P-Y. Study of noise exposure and high blood pressure in shipyard workers. *Am J Ind Med* 12: 431, 1987

**EPIs AUDITIVOS: AVALIAÇÃO PELO T.T.S.  
- PARTE 1.**

**Dr. Airton Kwitko  
Professor do Curso de Especialização em  
Engenharia de Segurança do Trabalho da PUCRS.  
Diretor Médico do Serviço de Audiometria  
Industrial.**

**e**

**Sr. Gesni Ferreira da Silva  
Técnico de Segurança  
Assistente da Pesquisa.**

**Av. Assis Brasil, 1631/406 91010-001 P.Alegre,RS.  
Fone/Fax (051) 341-9966**

**RESUMO**

Três EPIs auditivos (um "concha" e dois "plugs" de esponja moldável) tiveram sua eficiência comparada, para prevenir o TTS do início para o fim da jornada de trabalho, em 12 operários de uma forjaria, expostos à níveis de pressão sonora de até 112 dBA (ruído contínuo) e 118 dBC (ruído de impacto). A utilização do "concha" mostrou significativos níveis de TTS. Todos EPIs não evitaram o TTS em 0.5 kHz. Análises estatísticas indicaram que a proteção com "plugs" foi significativamente melhor do que com "concha". A pesquisa do TTS é útil para avaliar a efetividade dos EPIs usados pelos operários no ambiente de trabalho.

## INTRODUÇÃO

Apesar da real capacidade de atenuação de equipamentos de proteção auditiva (EPIs) estar sendo amplamente discutida na literatura científica, não podemos prever com certeza se operários serão adequadamente protegidos do ruído (Royster, 1980 - Royster, 1979 - Edwards, 1978).

São muitos os fatores que contribuem para tal. Inicialmente o ambiente de laboratório onde EPIs são testados não pode ser comparado ao ambiente de produção industrial, devido às variações de temperatura e umidade, e a presença de poeira, óleo e suor, que diminuem a qualidade do EPI. Outro fator à ser considerado é que os sujeitos nos laboratórios de testes são bem treinados para usar o EPI durante curtos períodos de tempo, e não representam todas as variações anatômicas de meatos acústicos externos, formato da cabeça ou tamanho dos dedos. É também eliminada nos testes a possível incompatibilidade com capacetes, óculos, toucas, barbas e cabelos.

Sómente um pequeno número de indústrias determina a escolha dos EPIs de forma individual e treina os operários para o seu uso, fato que contribui para manter as dificuldades psico-sociais na aceitação pela maioria dos operários, e caracteriza o uso dos EPI apenas como obrigação patronal.

Frequentemente a obrigatoriedade do uso do EPI pelos operários que trabalham em níveis de pressão sonora igual ou superior à 85 dBA, considera apenas o aspecto da utilização, sem levar em conta que sua adaptação ou seleção pode ser inadequada, seja porque o EPI não foi bem escolhido para o nível de pressão sonora existente, seja porque o operário não soube adaptá-lo de forma a obter o máximo de proteção.

Diante disso só uma minoria de operários, algumas vezes por acaso, obtem dos EPIs atenuação adequada ao nível de pressão sonora à que estão expostos.

A presente pesquisa foi efetuada em operários que trabalham numa forjaria, investigando através da perda auditiva temporária (Temporary Threshold Shift = TTS) o desempenho do uso de um EPI tipo "concha" e dois EPIs tipo "plugs", estes fabricados com espuma moldável, para avaliar sua adequação aos níveis de pressão sonora presentes no local de trabalho.

## **MATERIAL E MÉTODOS.**

### Investigação do ambiente ruidoso.

O ambiente de trabalho que originou a investigação foi uma forjaria. As amostras de níveis de pressão sonora foram obtidas durante períodos regulares de trabalho, e encontrados níveis de pressão sonora de até 112 dBA (ruído contínuo) e 118 dBC (ruído de impacto). O exame dos níveis de ruído não incluiu análise por banda de frequência.

### Estudo do TTS.

O estudo do TTS foi conduzido em 12 operários que usavam o EPI, padronizado pela empresa, do tipo "concha".

Utilizou-se audiômetro Beltone 120, que possui atenuador de intensidade com intervalos de 1 dB, que permite identificação de pequenas variações auditivas e cabina acústica, cujos níveis de atenuação para ruídos externos estão dentro do preconizado pela ANSI S1.4-1971 conforme o QUADRO 1.

	.125	.25	.5	1.0	2.0	4.0	8.0	kHz
<b>Cabina Empresa</b>	23	36	38	39	40	44	45	dB
<b>ANSI S1.4 -1971</b>	--	--	40	40	47	57	62	dB

QUADRO 1

Para efetuarmos o estudo do TTS, todos sujeitos foram informados do dia em que seriam testados, lhes sendo solicitado que comparecessem à sala de testes audiométricos antes de deslocar-se para a forjaria, quando um pré-teste audiométrico foi realizado. Após foram instruídos para usar o EPI tipo "concha" como normalmente o faziam, durante 8 horas de trabalho (intervalo de 1 hora para almoço). Transcorrido este período o pessoal da segurança do trabalho conduziu os operários novamente à sala de testes, para que efetuássemos um pós-teste audiométrico. Foi mantido um intervalo de tempo de 2 a 3 minutos entre a permanência no ambiente ruidoso e o início do pós-teste. Todos sujeitos foram instruídos quanto a forma apropriada de responder ao teste audiométrico, sendo que foram testados os dois ouvidos dos operários na seguinte ordem: 1, 2, 3, 4, 6 e 0.5 kHz no ouvido direito e 0.5, 1, 2, 3, 4 e 6 kHz no ouvido esquerdo.

Nos dias subsequentes, cada um dos 12 operários participou de uma sessão de escolha de EPI adequado, sempre antes de ingressar na forjaria. Utilizou-se como método de análise dos dados audiométricos a Tabela de Parâme-

tros de Atenuação (Kwitko, 1992). Os EPIs de esponja moldável, cujo NRR informado pelos fabricantes é de 29, foram escolhidos como adequados para o nível de ruído, sendo colocados pelos operários sob a supervisão do assistente da pesquisa.

Conforme os objetivos do estudo, testamos o que denominamos de EPI "Plug 1" - de uma determinada marca - em metade da amostra, e o "Plug 2" - de outra marca - na outra metade (6 operários). No intervalo para o almoço o assistente desta pesquisa retirou o EPI de cada operário, para verificar se permaneceram bem colocados durante toda manhã.

Após o almoço, o mesmo assistente controlou a recolocação do EPI em todos os sujeitos deste estudo. A seguir, concluída a jornada de trabalho de 8 horas, os mesmos operários tiveram seus EPIs retirados 2-3 minutos após terem deixado o ambiente ruidoso. Constatou-se que todos os EPIs de esponja moldável estavam bem colocados, tanto no período da manhã como no da tarde.

Um pós-teste audiométrico foi então efetuado. Foram obtidas diferenças de limiares auditivos entre o início e o fim da jornada de trabalho por meio de subtração entre os resultados do pós-teste e do pré-teste, para cada frequência em para cada ouvido, obtendo-se 12 diferenças por indivíduo. Diferenças positivas de limiares iguais ou superiores a 1 dB foram consideradas como "piora" e indicam TTS. Ausência de TTS foi caracterizada por diferenças negativas iguais ou inferiores a 1 dB, consideradas como "melhora", assim como diferença igual à 0 dB.

## RESULTADOS

As diferenças encontradas para as frequências testadas no ouvido direito e esquerdo de cada operário foram agrupadas na variável AO (ambos ouvidos).

Na Tabela 1 encontram-se as médias do TTS encontradas para Concha e Plug 1 e 2, com respectivos desvios-padrão. A dispersão dos resultados em torno da média foi maior para o Plug 2 do que para o Plug 1. Isto indica que a utilização do Plug 1 conduziu a resultados mais homogêneos para os operários testados.

Dado o pequeno tamanho da amostra, utilizou-se na análise estatística o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. A hipótese de nulidade considerou os EPIs dois a dois (Concha vs. Plug 1, Concha vs. Plug 2, Plug 1 vs. Plug 2), estabelecendo que a razão em todas as frequências para cada comparação seria igual a 1. A hipótese alternativa para este teste bilateral, considerou que em H1 os EPIs são diferentes. O nível de significância foi fixado em 0.05 para rejeição da hipótese de nulidade.

Os resultados (Tabela 2) demonstraram que os EPIs testados apresentam diferenças quanto ao nível de TTS para as comparações entre Concha vs. Plug 1 e Concha vs. Plug 2.

	CONCHA (N = 12)		PLUG 1 (N=6)		PLUG 2 (N=6)	
	Média	D.P	Média	D.P	Média	D.P
AO.5	23.0	(8.9)	4.5	(5.9)	6.5	(10.1)
AO1.	16.3	(9.3)	- .6	(1.2)	4.3	(5.3)
AO2.	10.0	(8.6)	- .5	(3.4)	- .8	(3.6)
AO3.	12.2	(8.6)	-4.6	(3.9)	-4.1	(4.7)
AO4.	14.0	(11.4)	-5.3	(5.3)	-3.5	(12.4)
AO6.	20.2	(17.9)	-1.0	(4.5)	-5.1	(13.7)

Tabela 1

Concha vs Plug 1. Concha vs Plug 2. Plug 1 vs Plug 2.

Variável	p	Variável	p	Variável	p
AO.5	= .0004	AO.5	= .0047	AO.5	= 1.000
AO1.	= .0001	AO1.	= .0047	AO1.	= .0411
AO2.	= .0135	AO2.	= .0182	AO2.	= .9372
AO3.	= .0001	AO3.	= .0002	AO3.	= .5887
AO4.	= .0008	AO4.	= .0182	AO4.	= .9372
AO6.	= .0032	AO6.	= .0013	AO6.	= 1.000

Tabela 2

## DISCUSSÃO

A idéia de que simplesmente o uso do EPI auditivo vai atenuar o ruído à níveis adequados não corresponde à realidade. Verificamos que tais equipamentos podem estar sendo escolhidos pela empresa, ou utilizados pelos operários, de forma inadequada para o nível de pressão sonora existente. Poucas vezes são adotadas medidas para saber se estes equipamentos estão realmente preservando a audição do usuário.

Em 44 operários de uma fábrica de celulose e papel que usavam EPI de espuma moldável, Kwitko (1992) encontrou através da análise de TTS os seguintes resultados quanto à colocação:

- insatisfatório - 25 (57%) operários
- satisfatório - 4 (9%) operários
- adequado - 15 (34%) operários

Fantazzini (1987) aborda os critérios técnicos de escolha dos EPIs, fornecendo as linhas gerais dos elementos necessários para efetuar o cálculo de proteção oferecida por um protetor auditivo: (a) análise do ruído ambiental segundo seus níveis por bandas de oitava, (b) conhecimento das curvas de atenuação do protetor auditivo, (c) conhecimento dos desvios-padrão das determinações das diferentes atenuações e (d) um procedimento envolvendo os dados mencionados, dados da curva de atenuação "A" dos medidores de nível sonoro e o método da soma logarítmica dos níveis de pressão sonora.

Salientamos que em nenhum momento é considerado o usuário e possíveis diferenças anatômicas ou psico-sociais.

O EPI deste modo passa a ser escolhido

apenas para um certo nível de ruído, na equivocada suposição de que a atenuação obtida pode ser generalizada, sendo eficaz à todos operários.

Clark (1991) e Ward (1991) utilizaram medições do TTS como forma de avaliar a atenuação proporcionada pelos EPIs no ambiente real das condições industriais. Royster (1984) efetuou estudos utilizando o TTS para medir a efetividade de EPIs no ambiente real da sua utilização.

Uma crítica que pode-se fazer à utilização comparativa de dois audiogramas do mesmo indivíduo no mesmo dia, para estimar o TTS, é de que o uso do EPI pode não representar a sua real utilização. Isto porque os operários tendem a usar mais o EPI, quando estão participando de um teste, podendo alterar os resultados. Entretanto tais resultados, quando mostrados aos operários com a devida explicação quanto ao significado do TTS, constitui-se em forte elemento motivador de conscientização. Por outro lado, os mesmos resultados orientam os encarregados de um Programa de Conservação Auditiva na escolha individual do EPI, dado o conhecimento das reais atenuações.

No caso da forjaria em estudo, onde ocorre a combinação de ruído contínuo com ruído de impacto, existem grandes possibilidades dos problemas auditivos potencializarem-se. Sabe-se que alteração no limiar auditivo em indivíduos expostos à ruído de impacto é significativamente maior do que nos expostos à ruído contínuo (Dun, 1991 - Lupke, 1989). Ruidos de impacto são tipos peculiares de ruído, que tem "status" separado, tanto como fenômeno físico como nas influências

adversas. Não existem claros padrões de procedimentos a serem tomados, avaliação do impulso e nem admissíveis níveis de exposição. As medidas de proteção coletiva geralmente são demoradas na sua execução e oferecem poucos resultados práticos. Por isso a proteção individual impõe-se como alternativa viável, desde que bem executada.

A padronização do EPI tipo "concha", determinada pela empresa, não considerou a atenuação possível de obter-se com o equipamento, que segundo as informações do fabricante permitem calcular-se um NRR de 24, enquanto o NRR dos "plugs" é de 29 (QUADRO 2).

Desta forma, para os níveis presentes de pressão sonora, os operários não recebem proteção adequada quando utilizando "conchas". As elevadas médias e desvios padrão do TTS em todas frequências, mostrados na Tabela 1, comprovam como realmente a proteção com este EPI não é adequada.

Nos sujeitos que utilizaram os EPIs de esponja moldável ocorreu TTS em 0.5 kHz para o Plug 1, e em 0.5 e 1.0 kHz para o Plug 2. Esta incidência em 0.5 e 1 kHz pode ser atribuída à uma combinação de vários fatores. Entre eles:

(a) o ruído de impacto produzido pelos "martelos" é de baixa frequência, com alto valor do "pico"; os operários estão expostos nesta planta industrial a um grande número de impactos com longa duração média, pela quantidade de "martelos" existentes (10 unidades) e pela reverberação (Pawlas, 1990 - Hamernik, 1991).

(b) os EPIs tem menor capacidade de atenuação para as baixas frequências (Berger, 1983).

(c) apesar dos EPIs terem sua colocação supervisionada, tanto no período da manhã como no da tarde, não se pode afastar a possibilidade de pequenos deslocamentos originados pelo suor, e pelos atos de bocejar e falar. Tem sido mostrado que a colocação inadequada apresenta efeitos adversos maiores na atenuação para baixas frequências (Berger, 1986 - Royster, 1985).

Atenuação em dB para :					
kHz	CONCHA(*)	PLUG 1 (D.P)		PLUG 2 (D.P)	
	NRR=24(**)	NRR=29		NRR=29	
.125	9	30	(3.2)	26	(4.4)
.250	17	31	(0.3)	33	(3.5)
0.5	23	34	(2.1)	40	(4.1)
1.0	33	34	(2.3)	37	(4.0)
2.0	37	36	(2.7)	37	(3.1)
3.0	40	41	(1.8)	43	(2.1)
4.0	46	42	(2.1)	44	(2.9)
6.0	36	40	(2.0)	46	(3.5)
8.0	32	39	(2.8)	47	(4.5)

QUADRO 2

- (\*) - desvio padrão não disponível;  
 (\*\*) - NRR não fornecido pelo fabricante, calculado à partir dos dados de atenuação.

## CONCLUSÕES

(a) Atenuação obtida com EPI tipo "concha" foi ineficaz para os operários testados.

(b) Todos EPIs mostraram-se ineficazes em 0.5 kHz.

(c) Atenuação obtida com EPIS de espuma moldável foi efetiva em parte pela adequação do equipamento aos níveis de ruído presentes, e em parte ao cuidado na colocação do EPI.

(d) A pesquisa do TTS é útil para avaliar a efetividade dos EPIS usados pelos operários.

(e) O Plug 1 foi escolhido para ser a opção entre protetores moldáveis, por apresentar resultados com menor variabilidade.

(f) Os dados audiométricos periódicos necessitam de avaliação sequencial, para confirmar a efetividade do EPI utilizado pelo operário.

## BIBLIOGRAFIA.

BERGER, EH (1983) - "ATTENUATION OF HEARING PROTECTORS AT THE FREQUENCY EXTREMES", IN 11TH INT. CONG. ON ACOUSTICS, PARIS, FRANCE. VOL. 3, 289-292.

BERGER, EH. (1986) - "HEARING PROTECTION DEVICES", IN NOISE AND HEARING CONSERVATION MANUAL, EDITED BY E.H.BERGER, W.D.WARD, J.C.MORRILL AND L.H.ROYSTER. 4TH ED. AKRON, OHIO: AM IND HYG ASSOC J, PP.319-381.

CLARK WW. (1991) - "RECENT STUDIES OF TEMPORARY THRESHOLD SHIFT (TTS) AND PERMANENT THRESHOLD SHIFT (PTS) IN ANIMALS". J ACOUST SOC AM; 90(1):155-163.

DUN DE, DAVIS RR, MERRY CJ, FRANCKS JR. (1991) - "HEARING LOSS EN THE CHINCHILLA FROM IMPACT AND CONTINUOS NOISE EXPOSURE". J ACOUST Soc AM 90;4:1979-1985.

EDWARDS RG, HAUSER WP, MOISEEV NA, BRODERSON AB, GREEN WW. (1978) - "EFFECTIVENESS OF EARPLUGS AS WORN IN THE WORKPLACE". SOUND VIB; 12(1): 12-22.

FANTAZZINI ML, SIMÃO CM, FAGGIANO LBC. (1987) - "EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL: UM PROBLEMA MULTIDISCIPLINAR EM SAÚDE OCUPACIONAL". SDB/FUNDACENTRO, 24 P.

HAMERNIK RP, HSUEH KD. (1991) - "IMPULSE NOISE: SOME DEFINITIONS, PHYSICAL ACOUSTICS AND OTHER CONSIDERATIONS". J ACOUST Soc AM 90/1:186-196.

KWITKO A, SILVEIRA MS E PEZZI RG. (1992) - "ANAIS DO V PRÊMIO SEPACO DE SAÚDE OCUPACIONAL", P.77.

KWITKO A, SILVEIRA MS E PEZZI RG. (1992) - "ANAIS DO V PRÊMIO SEPACO DE SAÚDE OCUPACIONAL", P.85.

LUPKE A. (1989) - "ASSESMENT OF IMPULSE NOISE". LARYNGOL-RHINO-OTOL 68/10:561-562.

PAWLAS K, GRZESIK J, WITULA R. (1990) - "THE EFFECTS OF IMPULSE NOISE ON HEARING". POL J OCCUP MEM 3/2:153-162.

ROYSTER LH. (1980) - "AN EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF TWO DIFFERENT INSERT TYPES OF EAR PROTECTION IN PREVENTING TTS IN AN INDUSTRIAL ENVIRONMENT". AM IND HYG ASSOC J; 41: 161-169.

ROYSTER LH. (1979) - "EFFECTIVENESS OF THREE DIFFERENT TYPES OF EAR PROTECTORS IN PREVENTING

TTS". J ACOUST SOC AM, SUPPL 1; 66.

ROYSTER LH, ROYSTER JD, CECICH TF. (1984) - "AN EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THREE HEARING PROTECTION DEVICES AT AN INDUSTRIAL FACILITY WITH A TWA OF 107 dB". J ACOUST SOC AM; 76(2): 485-496.

ROYSTER LH ,ROYSTER JD. (1985) - "HEARING PROTECTION DEVICES", IN HEARING CONSERVATION IN INDUSTRY, EDITED BY A.S.FELDMAN AND C.T.GRIMES, BALTIMORE, MD: WILLIAMS AND WILLIAMS, PP.103-150.

WARD DW. (1991) - "THE ROLE OF INTERMITTENCE IN PTS". J ACOUST SOC AM 90(1): 164-169.

**EPIs AUDITIVOS: AVALIAÇÃO PELO T.T.S.  
- PARTE 2.**

**Dr. Airton Kwitko**  
**Professor do Curso de Especialização em**  
**Engenharia de Segurança do Trabalho da PUCRS.**  
**Diretor Médico do**  
**Serviço de Audiometria Industrial.**

**e**

**Sr. Gesni Ferreira da Silva**  
**Técnico de Segurança**  
**Assistente da Pesquisa.**

**Av. Assis Brasil, 1631/406 91010-001 P.Alegre,RS.**  
**Fone/Fax (051) 341-9966**

**RESUMO**

EPI auditivo tipo "concha" teve sua atenuação comparada, através da pesquisa do TTS, em 12 operários de uma empresa petroquímica, expostos à níveis de ruído entre 90-93 dBA, e em 12 operários de uma forjaria, expostos até 112 dBA (ruído contínuo) e 118 dBC (ruído de impacto). Ocorreu TTS nos operários de ambas empresas, e análises estatísticas indicaram incidência significativamente maior para o EPI utilizado pelos operários da forjaria. Informações de fabricantes necessitam ser recebidas com cautela. Um mesmo EPI não é sempre adequado à vários níveis de ruído.

## INTRODUÇÃO

EPIs tipo "concha" normalmente consistem de copas rígidas plásticas que vedam os pavilhões auriculares, usando uma almofada de espuma ou algum fluido. Permanecem no local com uma tira de plástico ou metal que envolve o crânio. As almofadas absorvem altas-frequências ( $>2$  kHz) e as tiras que prendem as "conchas", para alguns modelos, podem ser colocadas não só sobre o crânio como atrás da nuca e sob o queixo.

O fator mais frequentemente considerado na escolha de qualquer EPI é a atenuação, que deveria ser indicada pelos fabricantes. Apesar das "conchas" serem relativamente fáceis de usar, já que são fornecidas em tamanho único e desenhadas para atender aproximadamente à todos usuários adultos, sua atenuação é comprometida por inúmeros fatores, pelo que é imprudente assumir que o "uso" é sinônimo de "efetiva proteção".

Este trabalho, efetuado entre operários que trabalham numa empresa petroquímica (EP) e em uma forjaria (F), estuda através da perda auditiva temporária (Temporary Threshold Shift = TTS) o desempenho do uso de um mesmo EPI tipo "concha", utilizado por todos operários, para avaliar sua efetividade diante de diferentes níveis de pressão sonora, presentes nos locais de trabalho.

**MATERIAL E MÉTODOS.**Investigação do ambiente ruidoso.

O exame dos níveis de ruído não incluiu análise por banda de frequência. O estudo foi conduzido numa:

a) (EP) - os operários estão expostos durante a jornada diária de trabalho (8 horas) à níveis de pressão sonora entre 90-93 dBA.

b) (F) - com níveis de pressão sonora de até 112 dBA (ruído contínuo) e à 118 dBC (ruído de impacto).

Estudo do EPI.

À partir dos dados de atenuação fornecidos pelo fabricante, e sem a disponibilidade dos desvios-padrão, calculou-se um NRR de 24 (Lempert, 1984) (QUADRO 1).

kHz	.125	.250	.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0
dB	9	17	23	33	37	40	46	36	32
	(desvio padrão não disponível)								

QUADRO 1

Estudo do TTS.

O estudo do TTS foi conduzido em 24 operários que usavam o mesmo tipo de EPI tipo "concha": 12 operários da (EP) e 12 da (F).

Utilizou-se audiômetro Beltone 120, que possui atenuador de intensidade com intervalos de 1 dB, que permite identificação de pequenas variações auditivas, e cabina acústica móvel na (EP) e fixa na (F), cujos níveis de atenuação para ruídos externos estão dentro do preconizado pela ANSI S1.4-1971.

A metodologia do estudo do TTS é a mesma adotada pelo autor no artigo de mesmo nome, Parte I.

## RESULTADOS

Ao EPI utilizado pelos operários da (EP) denominou-se "Concha 1" (CH-1) e ao utilizado pelos operários da (F), de "Concha 2" (CH-2).

As diferenças encontradas para as frequências testadas no ouvido direito e esquerdo de cada operário, foram reunidas na variável AO (ambos ouvidos).

As médias do TTS encontrado para CH-1 e CH-2, com respectivos desvios-padrão, estão na TABELA 1.

Dado o pequeno tamanho da amostra, utilizou-se na análise estatística o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. A hipótese de nulidade considerou os EPIs CH-1 vs. CH-2, estabelecendo que a razão em todas frequências seria igual a 1. A hipótese alternativa para este teste bilateral, considerou que em H1 os EPIs são diferentes. O nível de significância foi fixado em 0.05 para rejeição da hipótese de nulidade. Os resultados demonstraram que os EPIs testados apresentam diferenças quanto ao nível de TTS (TABELA 2).

	CH-1 (N=12)		CH-2 (N=12)	
	Média	D.P.	Média	D.P.
AO.5	1,7	(4.7)	23.0	(8.9)
AO1.	0.1	(4.5)	16.3	(9.3)
AO2.	1.7	(2.1)	10.0	(8.6)
AO3.	1.5	(4.6)	12.2	(8.6)
AO4.	- 0.7	(5.6)	14.0	(11.4)
AO6.	- 1.0	(13.8)	20.2	(17.9)

TABELA 1

CH-1 vs CH-2	
Variável	p
AO.5	= >.0000
AO1.	= >.0000
AO2.	= .0242
AO3.	= .0007
AO4.	= .0003
AO6.	= .0009

TABELA 2

## DISCUSSÃO

A intensidade do ruído está diretamente relacionada com a extensão da perda auditiva. Esta evidência foi exposta por Passchier-Vermeer (1968) e mostrou que para um operário, trabalhando 8 horas/dia (a) não ocorre perda auditiva se os níveis de ruído são inferiores à 80 dBA, (b) o nível de 85 dBA produz uma perda média de 10 dB em 3, 4 e 6 kHz após 10 anos de exposição diária, (c) a 90 dBA as perdas são de 15-20 dBA nestas frequências, e (d) para níveis superiores, perdas em todas frequências aumentam intensamente, de forma linear com o nível.

Com a teoria da energia-equivalente, adotada pela International Standards Organization (1981), qualquer exposição diária pode ser avaliada em termos da integração entre o tempo e a intensidade, em que dividindo-se a quantidade desta pelo tempo obtem-se a relação: metade da exposição ou o dobro da intensidade (aumentando o nível a cada 3 dB) manterão constante o risco.

A aplicação da teoria da energia-equivalente para ruídos constantes, como os verificados na (EP), não pode ser utilizada para ruídos de impacto, presentes na (F) (Ward, 1983). Nestes casos utiliza-se o princípio do TTS-equivalente, baseado na hipótese de que exposição diária que produza certos efeitos temporários, eventualmente poderá produzir os mesmos efeitos de forma permanente. Esta é uma forma simples de estudar as combinações de níveis, durações e interações com simultânea ou sucessiva exposição à ruídos de vários tipos (Humes, 1984).

O interesse no estudo do TTS permite avaliar a adequação de um EPI aos níveis de pressão sonora ambientais, e prever instalação ou agravamento de perdas auditivas.

Teóricamente o EPI tipo "concha", cujo NRR calculado é 24, está adequado para os 90-93 dBA presentes na (EP) e inadequado para os 112 dBA (ruído contínuo) e 118 dBC (ruído de impacto) da (F) (QUADRO 2).

LOCAL	CH	RUIDO - NRR = RESULTADO
(EP)	1	90-93dBA - 24 = 66-69dBA
(F)	2	112 dBA - 24 = 88 dBA

QUADRO 2

O TTS esteve presente nas frequências de .5 à 3 kHz para o CH-1 e apresentou resultados com grande variabilidade em todas frequências, conforme é mostrado na Tabela 1. Isto indica que (a) os dados de atenuação fornecidos pelo fabricante podem não estar corretos, e (b) os EPIs não estão adequados aos operários, seja por incompatibilidade anatômica ou a outros equipamentos de segurança (capacetes, óculos), seja por alteração pelo uso (involuntária ou não).

As elevadas médias do TTS encontradas na utilização do "CH-2" na (F) evidenciam a inadequação. Uso do EPI sem conhecimento de suas características de atenuação, considerando apenas o Certificado de Aprovação fornecido pelo Ministério do Trabalho, não

assegura proteção como indicam os elevados níveis de TTS. Mesmo "protegido", o operário terá perda auditiva, com repercussão pessoal, social e legal. A legislação brasileira, ultrapassada e omissa, neste caso indica com acêrto que é obrigação do empregador, quanto ao EPI, adquirir o tipo adequado à atividade do empregado (NR).

É constatado invariavelmente que o desempenho dos EPIs, no ambiente real onde são utilizados, é significativamente menor quando comparado com os dados de laboratório. Êste estudo enfatiza a necessidade de adequar-se o EPI aos níveis de ruído presentes, através de um trabalho individual que avalie a dicotomia operário/emprêsa, de forma prática, sem fundamentar-se exclusivamente em dados fornecidos por fabricantes.

EPIs não são panacéia que possa ser distribuída indiscriminadamente: pelo contrário, é parte importante de um contexto bem definido que é o Programa de Conservação Auditiva.

## CONCLUSÕES

Um EPI que é adequado à um nível de ruído não o é, necessariamente, à outro. Em uma empresa, onde frequentemente existem áreas com níveis de ruído diferentes, não é correto padronizar o EPI para todos operários.

**BIBLIOGRAFIA**

HUMES L. (1984) - "NOISE-INDUCED HEARING LOSS AS INFLUENCED BY OTHER AGENTS AND BY SOME PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE INDIVIDUAL". J ACOUST SOC AMER; 76:1318-1329.

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION (1981) - "ACOUSTIC DETERMINATION OF OCCUPATIONAL NOISE EXPOSURE AND ESTIMATION OF NOISE-INDUCED HEARING IMPAIRMENT", ISO 1999, GENEVA, SWITZERLAND.

LEMPERT, BL (1984). - "COMPENDIUM OF HEARING PROTECTION DEVICES". SOUND AND VIBRATION, 2 (26-39).

MILLS JH, ADKINS WY, GILBERT RM. (1981) - "TEMPORARY THRESHOLD SHIFTS PRODUCED BY WIDEBAND NOISE". J ACOUST SOC AM ; 70: 390-396.

NR - NORMAS REGULAMENTADORAS APROVADAS PELA PORTARIA 3.214, DE 8 DE JUNHO DE 1978 - NR 6.6.1, ALÍNEA "A".

PASSCHIER-VERMEER, W (1968). - "HEARING LOSS DUE TO EXPOSURE TO STEADY-STATE BROADBAND NOISE". IG-TNO REP.35, DELFT, THE NETHERLANDS.

WARD WD. (1983) - "NOISE-INDUCED HEARING LOSS". IN NOISE AND SOCIETY, EDITED BY D.M.JONES AND A.J.CHAPMAN, JOHN WILEY AND SONS LTD., LONDON, 77-109.

WARD WD. (1976) - "A COMPARISON OF THE EFFECTS OF CONTINUOUS, INTERMITTENT AND IMPULSE NOISE". IN EFFECTS OF NOISE IN HEARING, ED. BY D.HENDERSON, RP HAMERNIK, DS DOSANJH AND JH MILLS (RAVEN, NEW YORK), P. 407-419.

# CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO AUDIOMÉTRICA PARA TRABALHADORES COM PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO

## CRITERIA FOR AUDIOMETRIC CLASSIFICATION OF WORKERS SUFFERING FROM NOISE-INDUCED HEARING LOSS

Rosirene Pantaleão Gessinger<sup>1</sup>  
Raul Nielsen Ibañez<sup>1</sup>  
José Seligman<sup>2</sup>

Trabalho desenvolvido no Centro de Documentação, Pesquisa e Formação em Saúde e Trabalho do Departamento de Medicina Social da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1 Médico Otorrinolaringologista, Médico do Trabalho  
2 Médico Otorrinolaringologista

Endereço: Rosirene Gessinger  
Rua Augusto Severo, 488.  
90.240-480 Porto Alegre / RS  
Brasil

UNITERMOS: ruído, classificação audiométrica, perda auditiva induzida pelo ruído

KEY-WORDS: noise, audiometric classification, noise-induced hearing loss

## **RESUMO**

Os exames audiométricos de trabalhadores expostos ao ruído devem ser classificados com precisão, uma vez que fornecem informa es importantes   preven o de perdas auditivas. Neste estudo são classificadas as Perdas Auditivas Induzidas pelo Ruído (P.A.I.R.) de 457 trabalhadores com este diagnóstico, comparando-se a capacidade de detec o das perdas e do comprometimento   área responsável pela audi o da fala humana de tr s cr terios técnicos (Merluzzi, Costa e Pereira) e de dois cr terios adotados pela Legisla o Brasileira (tabela de Fowler, utilizada pelo Ministério do Trabalho e a tabela do Instituto Nacional de Seguridade Social). A classifica o de Merluzzi revelou-se mais sensível e mais específica às necessidades testadas, e os cr terios legais evidenciaram sua inadequa o.

## **ABSTRACT**

Audiometric tests of workers exposed to noise should be precisely classified, since they supply important information for the prevention of hearing losses. In this study are classified Noise Induced Hearing Losses (NIHL) in 457 workers diagnosed with this problem, comparing the capacity of detection of losses and involvement to the area responsible for the hearing of human speech, according to three technical criteria (Merluzzi, Costa and Pereira), and two criteria adequated by Brazilian Legislation (Fowler's Table, used by the Ministry of Labor, and the criterion of the National Institute for Social Security - INSS). Merluzzi's classification proved to be the most sensitive and most specific for the requirements tested, and the legal criteria were found to be inadequate.

## **1 INTRODU O**

Em meio aos agentes nocivos   saúde, destaca-se o ru do como um dos mais importantes nos ambientes de trabalho.<sup>1</sup> A perda da audi o relacionada   estimula o sonora   assunto que tem interessado a pesquisadores da área de Saúde Ocupacional. Disseminada, hoje em dia, entre os mais diferentes ambientes ocupacionais, afetando principalmente trabalhadores em metalurgia, indústria têxtil, constru o civil, transportes, agricultura e forças armadas, a

Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (P.A.I.R.) está presente no dia a dia dos médicos do trabalho, audiologistas e dos otorrinolaringologistas.<sup>10</sup>

Uma correta classificação do estágio da P.A.I.R. de cada trabalhador avaliado é fundamental para o estabelecimento da conduta adequada e da reparação previdenciária, e para o reconhecimento da situação coletiva de um determinado grupo de expostos. Alguns autores brasileiros vêm propondo, desde 1988, a adoção de novos critérios de classificação dessas perdas, por considerarem ineficazes tanto o do Ministério do Trabalho quanto o do Ministério da Previdência Social.<sup>2,3,4,6,7,8,9</sup> Este estudo propõe-se a uma análise crítica dos critérios oficiais e das novas propostas para substituí-los.

## 2 ETAPAS METODOLÓGICAS

Exames audiométricos são interpretados habitualmente com base em critérios audiológicos. A prevenção é mais eficaz quanto maior o rigor na interpretação. Utiliza-se, atendendo a este princípio, considerar detectada uma hipocausia quando o limiar auditivo atinge, mesmo que em uma única frequência acima de 500 Hertz, o nível de 25 dB HL.<sup>11</sup> Com base neste critério, selecionou-se uma amostra das mais recentes audiometrias de um grupo de 457 trabalhadores que exercem sua atividade na indústria petroquímica, com exposição diária a ruído igual ou superior a 85 dBA. Todos os 457 trabalhadores têm diagnóstico presumido de perda auditiva induzida pelo ruído. Realizam seus exames audiométricos periodicamente em uma mesma clínica, em cabine audiométrica de nível de ruído compatível com as normas internacionais recomendadas.<sup>5</sup> Os exames foram realizados por audiologistas, por vias aérea e óssea, acompanhados de testes de discriminação vocal, no período de novembro de 1991 a junho de 1993.

Selecionou-se para estudo o ouvido com piores limiares auditivos de cada trabalhador. Todos estes 457 piores ouvidos foram então classificados de acordo com critérios audiológicos, o qual considera importante cada frequência isoladamente, e admite que o simples comprometimento de uma nova frequência é capaz de, dependendo da zona auditiva, significar conseqüências adicionais para a audição social do indivíduo. Este critério, audiológico e rigoroso, foi considerado no estudo o padrão de referência para a comparação entre as diferentes propostas e recomendações legais testadas, as quais estão descritas no anexo 1.

A análise comparativa entre os diferentes cr terios foi realizada quantificando as duas características fundamentais a qualquer método que se proponha a classificar perdas auditivas induzidas pelo ruído: o diagnóstico precoce da lesão auditiva e a determina o do comprometimento da capacidade de compreensão da fala humana (lesão já atingindo também pelo menos a freq ncia de 3000 Hertz). Conforme citado, o padrão de referência para a análise foi o comprometimento puro e simples, a partir de 25 dB HL, das diferentes freq ncias do exame audiométrico. Entretanto, ao considerar-se comprometida a freq ncia de 3000 Hz, e conseqüentemente a capacidade de compreensão da fala por parte do trabalhador, exigiu-se um limiar auditivo mínimo de 30 dB HL (nesta freq ncia e apenas nesta situa o). Por se tratar de uma amostra de trabalhadores com perda auditiva, não incluindo indivíduos normais do ponto de vista audiológico mais rigoroso, a análise da capacidade de diagnóstico precoce da lesão foi determinada pela descri o do número de trabalhadores que tiveram seu diagnóstico confirmado pelos diferentes cr terios. Já para a compara o da capacidade de cada cr terio em detectar o comprometimento   compreensão da fala humana, a amostra permitiu determinar a sensibilidade e a especificidade de cada um em rela o ao cr terio audiológico.

### **3 RESULTADOS**

A capacidade de diagnosticar perdas auditivas apresentada pelos diferentes cr terios de classifica o está expressa na tabela 1. Observa-se uma nítida superioridade na capacidade diagnóstica do cr terio proposto por Merluzzi. Entretanto, deve ser considerado o fato de que este cr terio não utiliza médias na sua composi o e pode supervalorizar pequenas varia es inerentes   subjetividade do exame audiométrico.

Aparentemente, a Tabela de Fowler, quando utilizado o cr terio do Ministério do Trabalho para perdas em grau mínimo ( $\geq 4\%$ ), apresenta vantagens em rela o aos outros cr terios, com exce o ao de Merluzzi. Isto, na realidade, possivelmente não   verdadeiro, pois há uma grande possibilidade de que trabalhadores com limiares auditivos absolutamente normais, apresentem este tipo de altera o dos percentuais. Neste estudo, isto não pode ser evidenciado, uma vez que a inexistência de trabalhadores com limiares normais impossibilitou a detec o desses falsos positivos, mas a simples visualiza o da Tabela de Fowler indica essa possibilidade. Como exemplo, um trabalhador com li-

miares lineares a 20 dB HL, absolutamente normais, tem atribuído o percentual de 7 %, ou seja, uma perda em grau mínimo de acordo com a portaria 3.214, ainda que sem indicativo de dano à saúde. Uma vez considerado o limite de 8% para o diagnóstico, forma utilizada nacionalmente, a capacidade deste critério diminui acentuadamente.

**tabela 1: Diagnóstico de perdas auditivas nos 457 trabalhadores com hipoacusia.**

CRITÉRIO	n	%
Merluzzi	383	83,8
Costa	172	37,6
Pereira	180	39,4
INSS	13	2,8
Fowler $\geq$ 4%	243	53,2
Fowler $\geq$ 8%	110	24,1

O critério preconizado pelo Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) apresentou uma capacidade diagnóstica extremamente reduzida, já evidenciando a necessidade urgente de revisão de seus termos.

Os critérios de Costa e de Pereira apresentaram desempenho semelhante, inferior ao de Merluzzi, uma vez que ambos utilizam médias de frequências em sua metodologia.

A segunda análise realizada determinou a sensibilidade e a especificidade de cada critério em relação ao diagnóstico audiológico dos exames. Este diagnóstico audiológico dividiu os trabalhadores em 2 grupos: o primeiro com perdas auditivas restritas às frequências de 4000, 6000 e 8000 Hz, e conseqüentemente com sua capacidade de compreensão da fala preservada, e o segundo com perdas auditivas já lesando também pelo menos a frequência de 3000 Hz, comprometendo a área da fala. Os resultados estão apresentados na tabela 2.

**tabela 2: Sensibilidade e especificidade dos cr terios testados em rela o ao diagnóstico audiológico de comprometimento   capacidade de compreensão da fala humana.**

<b>CRITÉRIO</b>	<b>Sensibilidade</b>	<b>Especificidade</b>
Merluzzi	100,0 %	100,0 %
Costa	77,8 %	100,0 %
Pereira	80,2 %	100,0 %
INSS	0,8 %	100,0 %
Fowler > = 8 %	65,1 %	91,5 %

A classifica o de Merluzzi considera freq ncias isoladas, critério idêntico ao adotado no diagnóstico audiológico, o qual, para inclusão no grupo com a capacidade de compreensão da fala comprometida, exige um limiar de pelo menos 30 dB HL na freq ncia de 3000 Hz. Assim, não surpreende o fato de que tanto a sensibilidade quanto a especificidade calculadas sejam 100 %, pois nesta situa o o critério testado   o mesmo do padrão de referência. Isto significa, evidentemente, que cada trabalhador com perda auditiva comprometido a área da fala tem seu problema diagnosticado também pela classifica o de Merluzzi (graus 2 a 5) em 100 % das situa es, e garante que um trabalhador sem o problema não tenha a sua audi o classificada como se o tivesse.

Os cr terios de Costa e de Pereira apresentaram, respectivamente, sensibilidades de 77,8 % e 80,2 % e especificidades de 100 % em ambos. Consideram-se equivalentes as suas capacidades de diagnosticar perdas na área da fala. A especificidade de 100% em ambos explica-se pelo fato de que a freq ncia de 3000 Hz, nesta situa o,   considerada isoladamente.

A Tabela de Fowler, analisada quanto a perdas em grau médio (8 %), apresentou sensibilidade de 65,1 % e especificidade de 91,5 %. Considera-se excessivamente reduzida sua sensibilidade, uma vez que   o critério legal utilizado para o registro estatístico dos casos. A presença de falsos positivos, evidenciada pela sua especificidade inferior a 100 %, reforça sua inadequa o aos fins a que se propõe.

O critério do INSS, analisado quanto a redu es em grau médio, apresentou sensibilidade de 0,8 %, e especificidade de 100 %. Isto significa que apenas 0,8 % dos trabalhadores com lesão na área da fala fazem jus ao benefício

acidentário. A especificidade de 100 % em nada atenua o problema, apenas isenta o INSS de conceder benefícios a trabalhadores sem a lesão.

## 4 CONCLUSÃO

O ruído é responsável por importantes danos auditivos ao trabalhador, com conseqüências sociais freqüentemente irreversíveis. Assim, é importante a detecção precoce das perdas auditivas e a correta classificação dos audiogramas avaliados.

Exige-se de um critério de classificação de limiares aéreos audiométricos dois pressupostos fundamentais: o diagnóstico de perdas auditivas iniciais, e a constatação da presença de comprometimento social da audição do trabalhador.

Com base nessas premissas, observa-se que a legislação em vigor no país não tem se mostrado adequada. Enquanto os critérios legais não forem capazes de considerar alterados exames audiométricos com perdas iniciais nas freqüências de 3000, 4000 e 6000 Hz, perpetuar-se-á o sub-registro dos casos. E para a avaliação da capacidade de compreensão da fala do trabalhador lesado é fundamental que o critério utilizado leve em consideração a freqüência de 3000 Hz, o que não é feito por nenhum dos dois Ministérios que regulamentam o assunto.

Entre os 3 critérios propostos como alternativa ao problema, observa-se que a classificação de Merluzzi atende melhor aos dois princípios citados. Entretanto, pode ser adequada a adoção tanto do critério de Costa quanto o de Pereira, se houver a intenção de utilizar médias de freqüências com o objetivo de evitar falsos positivos decorrentes da variabilidade inerente ao exame audiométrico, mas correndo-se ainda o risco de persistir o sub-registro.

## **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. AZEVEDO, A.P, et al. - Aspectos Audiol gicos na Saúde do Trabalhador. In: COSTA, D.F. et al. - *Programa de Saúde dos Trabalhadores*. São Paulo, HUCITEC, 1989. p.83-109.
2. BRASIL - MINISTÉRIO DO TRABALHO - Portaria 3.214 de 8/6/78.
3. BRASIL - MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA SOCIAL - Decreto 357 de 7/12/91.
4. COSTA, E.A. - Classifica o e Quantifica o das Perdas Auditivas em Audiometrias Industriais. *Rev Bras Saúde Ocup*, 61(16):35-8, 1988.
5. FANTAZZINI, M.L. - Qualifica o de ambientes para audiometria. *Gerência de Riscos*, 18:45, 1990.
6. FOWLER, E.P. - A Simple Method of Measuring Percentage of Capacity for Hearing Speech. *Arch.Otolaryngology*, 36:874-90, 1942.
7. MERLUZZI, F. et al. - Metodologia di esecuzione del controllo dell'udito dei lavoratori esposti a rumore. *Nuovo archivio Italiano di Otologia*, 7(4):685-714, 1979.
8. PEREIRA, C.A. - Surdez profissional: caracteriza o e encaminhamento. *Rev Bras Saúde Ocup*, 65(17):43-55, 1989.
9. SANTOS, U.P. et al. - Programa de Conserva o Auditiva em Trabalhadores Expostos a Ruído. In: COSTA, D.F. et al. - *Programa de Saúde dos Trabalhadores*. São Paulo, HUCITEC, 1989. p.125-55.
10. SELIGMAN, J. & IBANEZ, R.N. - Considera es a respeito da perda auditiva induzida pelo ruído. *Acta AWHO*, 12(2):75-9, 1993.
11. YANTIS, P.A. - Teste de Condu o Aérea do Tom Puro. In: KATZ, J. - *Tratado de Audiologia Clínica*. São Paulo, Manoele, 1989. p.153-69.

## anexo 1: Critérios testados.

**MERLUZZI(7) Grau 0 Limiares auditivos até 25 dB HL**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Limiares $\geq 30$ dB em 4,6 ou 8 kHz  |
| 2 | Limiares $\geq 30$ dB também em 3 kHz  |
| 3 | Limiares $\geq 30$ dB também em 2 kHz  |
| 4 | Limiares $\geq 30$ dB também em 1 kHz  |
| 5 | Limiares $\geq 30$ dB também em 0,5 kHz  |
| 6 | Perda em altas frequências atribuída ao ruído associada a perda atribuída a outra causa. |
| 7 | Perdas por outras causas   |

<b>COSTA(4)</b>	<b>Grupo</b>	<b>Média aritmética das perdas em dB em 500, 1000, 2000</b>	<b>Média aritmética das perdas em dB em 3000, 4000, 6000</b>
	0	$\leq 25$	$\leq 25$
	1	$\leq 25$	$> 25$
	2	$\leq 25$	$> 25$ e tb. em 3 kHz
	3	$\leq 25$	$> 25$ e tb. em 2 kHz
	4	$> 25$	$> 25$
	5	Traçados anômalos (outras causas)	

---

<b>PEREIRA(8)</b>	<b>Grau</b>	<b>Média aritmética 500, 1000 e 2000</b>	<b>3000 Hz</b>	<b>Média artm�tica 4000 e 6000 Hz</b>
	0	<= 25 dB	<= 25 dB	<= 25 dB
	I	<= 25 dB	<= 25 dB	> 25 dB
	II	<= 25 dB	> 25 dB	> 25dB
	III	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB
	IV	26 a 45 dB		
	V	46 a 70 dB		
	VI	> 70 dB		
	<b>DANO</b>	<b>Disacusia não-ocupacional</b>		

---

---

**INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDADE SOCIAL - INSS(3)  
Ministério da Previdência Social - Decreto 357.**

---

<b>Redu�o</b>	<b>Média arit. 0,5, 1 e 2 kHz</b>
Normal	No máximo 30 dB
Grau mínimo	31 a 50 dB
Grau médio	51 a 70 dB
Grau máximo	71 a 90 dB
Perda da audi�o	mais de 90 dB

---

**TABELA DE FOWLER (5)****Modificada pelo Ministério do Trabalho - Portaria 3.214 (2)**

Perdas em Decibéis	Frequência			
	500	1000	2000	4000
10	0,20	0,30	0,40	0,10
15	0,50	0,90	1,30	0,30
20	1,10	2,10	2,90	0,90
25	1,80	3,60	4,90	1,70
30	2,60	5,40	7,30	2,70
35	3,70	7,70	9,80	3,80
40	4,90	10,20	12,90	5,00
45	6,30	13,00	17,30	6,40
50	7,90	15,70	22,40	8,00
55	9,60	19,00	25,70	9,70
60	11,40	21,50	28,00	11,20
65	12,80	23,50	30,20	12,50
70	13,80	25,50	32,20	13,50
75	14,60	27,20	34,00	14,20
80	14,80	28,80	35,80	14,60
85	14,90	29,80	37,50	14,80
90	15,00	29,90	39,20	14,90
95	15,00	30,00	40,00	15,00

Para o cálculo da perda auditiva, somam-se os valores da tabela correspondentes à perda auditiva de cada frequência e o valor final da soma corresponderá ao percentual de perda auditiva.

As perdas serão:

Para um ouvido:

Em Grau Mínimo                    4 %

Em Grau Médio                    8 %

Será indicativo de dano à saúde uma perda em Grau Médio (8 %).

## **A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO AUDIOMÉTRICO NO PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA**

**Ana Claudia Fiorini**

Fonoaudióloga

DERDIC PUC-SP

Rua Dra Neyde Aparecida Sollito , 435  
V. Clementino - São Paulo - SP CEP 04022

### **INTRODUÇÃO**

Considerando que o ruído industrial é um agente físico que pode ser extremamente nocivo à saúde do trabalhador, torna-se muito importante uma ação interdisciplinar com o objetivo de controle deste agente e prevenção de possíveis danos, principalmente auditivos, provenientes desta exposição. Independente do ramo da indústria, não é raro observarmos ambientes de trabalho muito insalubres, principalmente com relação aos níveis de ruído. Desta forma, conclui-se que há necessidade emergente de implantação de Programas de Conservação Auditiva (PCA) nas empresas.

O PCA apresenta etapas básicas que vão desde o mapeamento ambiental, até medidas de controle de ruído, monitoramento audiométrico e educação do trabalhador (1). Para a viabilização do PCA é necessário o envolvimento dos profissionais da área de saúde e segurança, da gerência industrial e de recursos humanos da empresa e, principalmente, dos trabalhadores.

A etapa referente ao monitoramento audiométrico, além de sua função principal que é a conservação auditiva dos trabalhadores, acaba funcionando como uma das medidas de controle da efetividade do PCA.

Sendo assim, este artigo pretende estabelecer critérios com absoluto rigor científico, para garantir a fidedignidade das avaliações audiométricas.

## MONITORAMENTO AUDIOMÉTRICO

### PROPÓSITOS:

- I - Estabelecer a audiometria inicial de todos os trabalhadores;
- II - Identificar a situação auditiva (audiogramas normais e alterados),fazendo o acompanhamento periódico;
- III - Identificar os indivíduos que necessitam de encaminhamento para o médico otorrinolaringologista com o objetivo de verificar possíveis alterações de ouvido médio;
- IV - Alertar os trabalhadores sobre os efeitos do ruído, bem como fornecer os resultados de cada exame;
- V - Contribuir significativamente para a implantação e efetividade do PCA.

É importante ressaltar que a dificuldade em realizar o monitoramento audiométrico , refere-se ao fato de que a maioria das empresas não possuem serviço próprio para a realização dos exames. Com o uso da terceirização , torna-se difícil o acompanhamento da audição dos trabalhadores , pois nem sempre são os mesmos profissionais que realizam as avaliações.

Caso os critérios utilizados não sejam os mesmos , a comparação das audiometrias com objetivo de avaliar a progressão da perda auditiva induzida por ruído , fica extremamente comprometida. Para a efetividade do acompanhamento é importante o cumprimento dos seguintes procedimentos :

### 1. RUÍDO AMBIENTAL

O local de realização dos testes audiométricos deve ser escolhido previamente de acordo com as normas estabelecidas para níveis máximos permitidos por frequência. Os padrões mais utilizados são o ANSI S 3.1 1977 (2) e ANSI S 3.1 1991 (3).

A tabela abaixo mostra os níveis máximos de ruído ambiental permitidos:

	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
ANSI S3.1 1977	21,5 dB	29,5 dB	34,5 dB	42,0 dB	45,0 dB
ANSI S3.1 1991	19,5 Db	26,5 Db	28,0 Db	34,5 Db	43,5 Db

Para os valores de atenuação dos fones temos:

	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
ANSI S3.1 1997	7,0 dB	15,5 dB	26,0 dB	33,0 dB	24,5 dB
ANSI S3.1 1991	5,0 dB	12,5 dB	19,5 dB	25,5 dB	23,0 dB

Diversas pesquisas (4,5) recomendam a realização dos testes audiométricos em condições que estejam de acordo com os padrões acima citados.

## **2. EQUIPAMENTOS**

São utilizados audiômetro, otoscópio e medidor de nível de pressão sonora com respectivo filtro de frequência. O audiômetro deve ser calibrado de acordo com os seguintes padrões:

- a) Condução Aérea: ISO R389 (1964)
- b) Condução Óssea: ISO 7566 e ANSI S3.26 (1969) (6)

Com o objetivo de garantir condições adequadas para realização dos exames, pode ser usado junto com o fone, um audio-cup (abafador de ruído). O audio-cup pode ser facilmente adaptado ao fone TDH39 com borracha MX41/

AR, comumente utilizado nos audiômetros. A utilização de tal adaptação proporciona melhor atenuação, garantindo uma boa execução do teste (7).

Pode ser utilizado também o fone de inserção, que além de evitar o colapamento do conduto auditivo externo (CAE), proporciona valores de atenuação consideravelmente maiores do que com uso de fones comuns e até de audio-cups (8).

### 3. CALIBRAÇÃO

Todos os equipamentos utilizados devem ser calibrados periodicamente. O audiômetro necessita das seguintes calibrações:

a) **Biológica:** realizada todos os dias, principalmente se houver alteração do local do exame. Esta calibração consiste na obtenção de limiares tonais em um indivíduo com audição normal e compará-los com um exame do mesmo indivíduo, previamente realizado em condições ambientais adequadas;

b) **Acústica:** realizada anualmente de acordo com os padrões acima citados;

c) **Eletro-Acústica:** realizada a cada 5 anos para revisão de todos os componentes elétricos.

### 4. PROFISSIONAL HABILITADO

A realização de exames audiológicos é atribuição única do médico com conhecimentos específicos, ou do fonoaudiólogo de acordo com a lei 6965/81 (9/12/81).

A utilização de qualquer outro profissional que não os acima citados, além de contrariar os preceitos legais, configurando como exercício ilegal da profissão, inviabiliza qualquer iniciativa de acompanhamento da audição por não apresentarem a confiabilidade necessária.

## 5. METODOLOGIA E EXECUÇÃO DO EXAME

Deve ser utilizado sempre o mesmo procedimento na obtenção dos limiares auditivos ressaltando assim, a importância dos exames serem realizados sempre pela mesma equipe. Deverá ser avaliada a condução aérea nas seguintes frequências: 250 Hz, 500 Hz, 1K, 2K, 3K, 4K, 6K e 8 KHz. Qualquer limiar maior ou igual a 20dB justifica a avaliação por via óssea nas frequências de 500 Hz, 1k, 2K, 3K e 4K Hz.

A classificação de audição normal pode seguir as determinações da ISO 7029 em função do sexo e idade e, para a estimativa da perda auditiva induzida por ruído pode-se utilizar a ISO 1999. Esta norma apresenta variados graus de severidade da PAIR em função de idade, tipo de ruído, tempo de exposição, etc..

Todos os exames devem ser realizados com, pelo menos, quatorze horas de repouso auditivo (9). A importância em garantir tal condição é evitar a perda temporária da audição, e garantir a fidelidade dos dados que serão comparados entre si.

## 6. PERIODICIDADE

O examinador (fonoaudiólogo ou médico) deverá avaliar a sua população para determinar a periodicidade dos testes. Teoricamente as audiometrias devem ser realizadas anualmente. Porém, existem dois fatores extremamente importantes e que influenciam a periodicidade.

Inicialmente temos os níveis de ruído ou, se possível, a dose que o indivíduo fica exposto diariamente. Quando há exposição a níveis muito intensos (maior ou igual a 90 dB), é necessário diminuir a periodicidade para 6 meses. Outros dados como o grau de comprometimento da perda auditiva, também influenciam no período de repetição dos testes.

Finalmente, para um trabalho de conservação auditiva, é preciso acompanhar a audição normal dos trabalhadores mais jovens com extrema cautela. Os audiogramas normais (todos os limiares menores ou iguais a 25 dB) que apresentarem perfil audiométrico sugestivo de PAIR (entalhe nas frequências

de 3K, 4K ou 6K Hz), deverão ser repetidos de 3 em 3 meses ou, no máximo, semestralmente.

Na verdade, o ideal é que a equipe do PCA deverá analisar minuciosamente a sua população para determinar a periodicidade adequada.

## 7. CADASTRO, MANIPULAÇÃO DOS DADOS E ARQUIVOS

As fichas utilizadas para cada trabalhador, devem conter dados pessoais, história ocupacional e passado mórbido de problemas auditivos. No audiograma inicial o ideal é ter uma anamnese clínica e ocupacional completa.

A manipulação dos dados poderá ser feita por um software específico da empresa. Este programa pode permitir o cruzamento dos dados audiométricos com os dados de exposição a ruído. Além disso, poderá classificar as audiometrias segundo os critérios de classificação elencados pela equipe do PCA (Fowler, Merluzzi, etc.).

Com relação ao arquivo, como qualquer outro dado médico, os exames devem ser guardados pelo menos por 40 anos. Isto também é importante para a empresa, no caso de uma reclamação trabalhista.

## 8. FOLLOW-UP

É importante a revisão periódica do PCA para garantir a sua efetividade. Os dados devem ser reportados à gerência industrial e de recursos humanos da empresa.

## 9. ÉTICA PROFISSIONAL

Segundo os códigos de ética tanto da Medicina quanto da Fonoaudiologia, deve haver confidencialidade dos exames. Desta forma, não é correto divulgar os resultados sem prévia autorização do trabalhador. Apenas em situação de risco eminente os profissionais poderão decidir por uma possível divulgação.

### CONCLUSÃO

Considerando todos os propósitos e procedimentos adequados para o monitoramento audiométrico, conclui-se:

É importante seguir critérios rígidos quanto a manutenção e calibração dos equipamentos utilizados.

No acompanhamento da audição dos trabalhadores, é preciso analisar a mudança significativa do limiar que indica a progressão da PAIR e, desta forma, estudar com toda a equipe as providências necessárias.

Finalmente, é necessário ressaltar que o máximo deve ser feito para manter a audição dos trabalhadores dentro dos padrões de normalidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DRAFT - Proposed Regulation Under the Occupational Health and Safety Act Designated Substance - Noise, July 1986, Canadá.
2. American National Standards Institute. Criteria for Permissible Ambient Noise During Audiometric Testing. ANSI S3.1 - 1977. New York: ANSI, 1977.
3. American National Standards Institute. Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms. ANSI S3.1 1991. New York: ANSI, 1991.
4. Frank, T. "ANSI and OSHA Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Hearing Conservation Program", Spectrum NHCAN, Vol. 9 No. 3, pp. 1-3, 1992.
5. Frank, T. and W., D.L. "Ambient Noise Levels in Audiometric Test Rooms Used for Clinical Audiometry", Ear and Hearing, Vol. 14, No. 6, pp. 414-422, 1993.
6. American National Standards Institute. Specification for Audiometers. ANSI S3.6 - 1989. New York: ANSI, 1989.
7. Franks, J.R., et al. "Real Ear Attenuation at Threshold for Three Audiometric Headphone Devices: Implications for Maximum Permissible Ambient Noise Level Standards", Ear and Hearing, Vol. 13, No. 1, pp. 2-10, 1992.
8. Ear Tone 3A Insert Earphones, EAR Division Cabot Corporation, 1988.
9. Occupational Safety and Health Administration. Occupational Noise Exposure; Hearing Conservation Amendment. Federal Register, 1988; 48 (46); pp.9738-9785.

## Notícias / Congressos

---

Solicite sua cópia dos Anais do:

# I Congresso Brasil/Argentina 15 Encontro da SOBRAC

**Controle de Ruído e Vibrações, Conservação  
da Audição, Conforto Ambiental e Veicular**

*11 a 13 de abril de 1994*

***Florianópolis - Praia dos Ingleses - SC***

*O evento foi promovido pela SOBRAC (Sociedade Brasileira de Acústica) e AdAA (Asociación de Acústicos Argentinos).*

*O congresso contou com sessões técnicas visando o intercâmbio entre os diversos segmentos profissionais. As palestras foram de conferencistas do Brasil, Argentina, Estados Unidos e outros países europeus.*

*Cópia dos anais com 600 páginas, incluindo 10 palestras especiais e 85 trabalhos técnicos, poderão ser solicitadas através da:*

*SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica*

*UFSC - Depto. de Engenharia Mecânica*

*Laboratório de Vibrações e Acústica*

*Caixa Postal 476*

*88040-900 - Florianópolis - SC*

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

*Fone: (0482) 31-9227 ou 34-4074 Fax: (0482) 34-1524 ou 34 1519*

Veja a seguir, os títulos das palestras e os trabalhos apresentados no I Congresso Brasil/Argentina e 15 Encontro da SOBRAC, sobre "Controle de Ruído e Vibrações, Conservação da Audição e Conforto Ambiental e Veicular"

- (P - 1) **Título:** The vibra-acoustic reciprocity principal and applications to noise control (O princípio da vibro-acústica com aplicações no controle de ruído)

**Frank Fahy**

- (P - 2) **Título:** A Classification of special hearing protectors designed to improve auditory Reception (Classificação dos projetos dos protetores auditivos especiais para melhoria da recepção auditiva)

**John Casali**

- (P - 3) **Título:** The acoustical design and testing of mufflers for the exhaust system for vehicles(Projetos e ensaios acústicos do sistema de escapamento veicular)

**Prof. Malcolm J. Crocker**

- (P - 4) **Título:** Silenciadores: Dos Princípio à Prática

**Prof. J.L. Bento Coelho**

- (P - 5) **Título:** Redução dos níveis de emissões de ruído em veículos comerciais.

**Prof. H. Onusic**

- (P - 6) **Título:** Vehicle noise reduction strategies (Estra-tégia de redução de ruído veicular)

**P.Albers e F.K. Brandl**

- (P - 7) **Título:** Estado del conocimiento en infrasonidos y ruidos de baja frecuencia

**Prof. Guillermo L. Fuchs**

- (P - 8) **Título:** Legislação de ruído no Brasil

**Silvania Medeiros Gonçalves e Marco Nabuco**

- (P - 9) **Título:** Análise de componentes principais: Uma nova metodologia para estabelecer parâmetros em audiometria de "Screening".

**Airton Kwitko e Roberto Koch**

## A - AUDIÇÃO/RUÍDO

**(A - 1) Título:** Estudo preliminar sobre a exposição ocupacional a ruído e o perfil audiológico em uma população de dentistas da cidade de São Paulo

**Autor(es):** Luciane Gozzoli, Silvia Grothe Machado e Ana Cláudia Fiorini

**(A - 2) Título:** Programa de conservação auditiva: A importância de um trabalho qualitativo

**Autor(es):** Patrícia de O. Ramos, Ana Paula do A. Ferrão e Ana Cláudia Fiorini

**(A - 3) Título:** A Interferência do ruído no dia-a-dia de motoristas e cobradores de ônibus urbanos na cidade de São Paulo

**Autor(es):** Adriana Peres, Ana Cláudia Fiorini, Erika Miyako Kumare e Nelma Schmidt M. da Silva

**(A - 4) Título:** Música: seus efeitos sobre a audição

**Autor(es):** Frenandes, A.P; Mordini, C.A.; Branco, F.C.A.; Rodrigues, P.F.; Marques, R.M.; Marques, S.R.

**(A - 5) Título:** Experiência de atuação fonoaudiológica em indústria galvânica

**Autor(es):** Queirós, A.S.B.; Mordini, C.A.; Branco, F.C.A.; Rodrigues, P.F.; Silva, P.M.; Marques, S.R.

**(A - 6) Título:** Estudo longitudinal das perdas auditivas em trabalhadores expostos a ruído no serviço funerário do município de São Paulo: Dados preliminares.

**Autor(es):** Alice P. Azevedo Bernardi e Márcia Tiveron de Souza

**(A - 7) Título:** Percepção de trabalhadores expostos a ruído sobre sua condição auditiva

**Autor(es):** Kátia Cheli Kanasawa e Márcia Tiveron de Souza

- (A - 8) **Título:** Prevalência e caracterização da perda auditiva induzida por ruído em Trabalhadores expostos a ruídos com espectros de frequências diferentes (graves e agudos)  
**Autor(es):** Patrícia F. Campanher e Alice P. Azevedo Bernardi
- (A - 9) **Título:** Qualificação de protetor auricular  
**Autor(es):** Cláudio Lomônico e Nelson M.E. Santo
- (A-10) **Título:** Deteccion precoz de perdidas auditivas mediante audiometrias de alta frequência  
**Autor(es):** Estela B. Salazar e Horacio G. Bontti
- (A-11) **Título:** Estudo comparativo de seis critérios de classificação para perda auditiva induzida por ruído  
**Autor(es):** Ana Cláudia Fiorini, Adriana Moreira dos Santos e Viviane P. Paiva
- (A-12) **Título:** Iniciativa para implantação de um programa de conservação auditiva em uma indústria metalúrgica de São Paulo  
**Autora:** Ana Cláudia Fiorini
- (A-13) **Título:** Ecolocacion humana: pruebas de percepcion de altura tonal  
**Autor(es):** Oscar A. Ramos, Claudia Arias, Carlos A. Frassoni e Aldo H. O.Skarp
- (A-14) **Título:** Ecolocacion humana: el fenomeno de la "vision facial"  
**Autor(es):** Claudia Arias, Aldo H. O. Skarp, Oscar A. Ramos e Carlos A. Frassoni
- (A-15) **Título:** Efectos psicologicos y fisiologicos del sonido de muy bajas frecuencias umbrales  
**Autor(es):** G.L. Fuchs, A.M. Verzini e H. Nitardi
- (A-16) **Título:** As vibrações de alta frequência e a saúde dos trabalhadores  
**Autor:** Fernando Gonçalves Amaral

- (A-17) **Título:** Acústica industrial: A legislação internacional para avaliação da exposição do trabalhador ao ruído  
**Autor(es):** Jules Ghislain Slama e Vania Maria Mello Dias
- (A-18) **Título:** Exposição a vibrações quando da utilização de lixadeiras verticais  
**Autor(es):** Maria L. Moure, J. Matchaire e A. Piette
- (A-19) **Título:** Objective measurement of sound pressure levels emitted by headphone at the ear  
**Autor(es):** Jorge M. Riganti e Lucía Taibo
- (A-20) **Título:** Insalubridade por ruído na operação de tratores agrícolas - Parte I : Níveis de ruído  
**Autor(es) :** João Candido Fernandes
- (A-21) **Título:** Insalubridade por ruído na operação de tratores agrícolas - Parte II: perda de audição dos operadores  
**Autor:** João Candido Fernandes

## B - RUÍDO VEICULAR

- (B - 1) **Título:** Desenvolvimento de bancada de testes para semi-eixo homocinético  
**Autor(es):** Rodrigo R. Kniest e Samir N.Y. Gerges
- (B - 2) **Título:** Método de otimização teórico-experimental de modelo modal  
**Autor(es):** Rodrigo R. Kniest e Samir N.Y. Gerges
- (B - 3) **Título:** Identificação de fontes de ruído de um motor Ciclo Otto usando Intensidade Sonora - Resultados preliminares  
**Autor(es):** João Luis de Souza Lima, Eliezer Alcides Pacheco e Samir N.Y. Gerges
- (B - 4) **Título:** Aspectos práticos do desenvolvimento de um sistema de exaustão para veículos  
**Autor(es):** Clovis Donizeti Zocchio e José Eduardo Léopore Jr.

- (B - 5) **Título:** Medição de atenuação de ruído de escapamento veicular com único microfone e analisador FFT  
**Autor(es):** Márcio R. Kimura, Cristiano Walber, Samir N.Y. Gerges
- (B - 6) **Título:** Característica acústica do espaço interno de um veículo  
**Autor(es):** Elizabete Y. Nakanishi, Carlos A. Bavastri e Samir N.Y. Gerges
- (B - 7) **Título:** Redução de ruído interno em ônibus urbano  
**Autor(es):** MM Hage, MA Munhoz, H Onusic, LC Ferraro, LF Carli e P Calil
- (B - 8) **Título:** Redução de ruído na cabine de um caminhão urbano  
**Autor(es):** Roberto M. Heidrich, Samir N.Y. Gerges, Alexandre S. Paranzini, Odoardo Heitor, Eduardo M. Penachio e Geraldo Pissaia
- (B - 9) **Título:** Influência de diferentes “Rates” de embreagens na vibração do conjunto moto-propulsor  
**Autor(es):** F. Mansano, C. Freitas, MA. Fogaça, L.C. Ferraro, H. Onusic

## C - VIBRAÇÕES MECÂNICAS

- (C - 1) **Título:** Programa computacional para el deseño de fundaciones  
**Autor:** Rolando Rio Rodriguez
- (C - 2) **Título:** Questão da periodicidade de calibração em transdutores acústicos e de vibração  
**Autor(es):** Rogério Dias Ragazzi e Geraldo T.D. Cavalcante
- (C - 3) **Título:** Vibrações magnéticas em motores elétricos de indução trifásicos  
**Autor:** Márcio Tadeu de Almeida

- (C - 4) **Título:** Dinâmica dos sistemas com controle de rotação visando redução do consumo de energia elétrica  
**Autor:** Ricardo Damião Sales Góz
- (C - 5) **Título:** Qualidade - certificação de conformidade  
**Autor:** Eliana Medeiros Pamplona
- (C - 6) **Título:** Vibracomp - Medição e análise de vibração em equipamentos auxiliares de usinas e subestações  
**Autor(es):** Martin G. Santiago Jr. e Maurício A. Nunes
- (C - 7) **Título:** Análise dimensional de estruturas absorvedoras de impacto - ábacos para projeto e verificação  
**Autor(es):** Helio Roesler, Juan Pablo R. Quintas e Alberto Tamagna
- (C - 8) **Título:** Qualificação de um produto pelo método de vibração  
**Autor(es):** Cláudio Lomônico, Lélius L. Braga e Pedro M. Costa Filho
- (C - 9) **Título:** Uma linha de excitadores e de sensores de vibrações mecânicas projetada e desenvolvida na UFPB  
**Autor:** Halei Fagundes de Vasconcelos
- (C-10) **Título:** Comparação entre análises modais teórica e experimental - um estudo de caso  
**Autor(es):** Alexandre Stefano Paranzini, Roberto M. Heidrich e Roberto Jordan

## **D** - RUÍDO URBANO

- (D - 1) **Título:** Levantamento de ruído urbano orientado para o receptor, com base em ruído de tráfego  
**Autor(es):** Miguel Aloysio Sattler e João Antônio A. Rott

- (D - 2) **Título:** Modelo de gestion para control del ruido urbano  
**Autor:** Hernan Costabal e Sylvia Seballos
- (D - 3) **Título:** Avaliação da poluição sonora na cidade de Campinas/SP.  
**Autor:** Stelamaris Rolla
- (D - 4) **Título:** Incidencia del ruido en la comunidad  
**Autor:** Patricia Faletty
- (D - 5) **Título:** Influencia de los parametros acusticos de recintos escolares en los procesos de comprension y memorizacion  
**Autor(es):** Mario R. Serra e Ester C. Biassoni
- (D - 6) **Título:** Metodologia aplicada al analisis de variables psicosociales y su correlacion con descriptores de ruido urbano  
**Autor(es):** Ana M. Verzini, E. Cristina Biassoni, Mario R. Serra e Carlos A. Frassoni
- (D - 7) **Título:** A queda do ruído em função da distância num ambiente de trabalho: modelos de previsão simplificados  
**Autor(es):** Jules Ghislain Slama e Marcos de Lima Ballesteros

## E - CONTROLE ATIVO

- (E - 1) **Título:** Una aplicación de bajo costo de control activo  
**Autor(es):** Victor G. Romeo, Christian E. Gerard e Jorge P. Arenas
- (E - 2) **Título:** Controle Ativo de Ruídos em Dutos  
**Autor(es):** Marco Alexandre Schvartz e Ricardo Ruiz Rodrigues, José Sotelo e Sylvio Reynaldo Bistafa
- (E - 3) **Título:** Control Activo del ruido en ductos de ventilacion y transformadores de potencia  
**Autor(es):** A.M. Méndez, D.L. Falabella e L.F. Pavelka

## F - MATERIAIS E DISPOSITIVOS

- (F - 1) **Título:** Amortecimento interno de materiais de construção  
**Autor:** Peter J. Barry
- (F - 2) **Título:** Perdida de transmission acustica de paneles mixtos  
**Autor:** Jaime Pacheco Cespedes
- (F - 3) **Título:** Estudo de materiais alternativos para uso em absorção acústica  
**Autor(es):** Dinara Paixão e Jorge Pizzutti Santos
- (F - 4) **Título:** A janela na edificação - avaliação sob o ponto de vista da acústica  
**Autor(es):** Dinara Paixão e Jorge Pizzutti Santos
- (F - 5) **Título:** Qualidade acústica das janelas (II) - realidade e perspectiva  
**Autor(es):** Jorge Pizzutti dos Santos e Dinara Paixão
- (F - 6) **Título:** Absorção de materiais - intercomparação e rastreamento com o PTB (Physiklisch- Technische Bundesanstalt)  
**Autor(es):** Geraldo Abreu Júnior e Walter Erico Hoffmann
- (F - 7) **Título:** Utilização da lã de rocha basaltica Thermax na área acústica  
**Autor:** Attilio Nelson Pacini
- (F - 8) **Título:** Absorção sonora de Baffles  
**Autor(es):** Lia Kortchmar, Marco A. Nabuco, Mauricy Souza e Samir N.Y. Gerges
- (F - 9) **Título:** Estimación del coeficiente de reflexion acustico complejo  
**Autor:**Jorge P. Arenas
- (F-10) **Título:** Investigaciones sobre aislamiento acustico de fachadas  
**Autor(es):** A. Mendez, A. Stornini e A.M. Rizzo

- (F-11) **Título:** Airborne sound insulation in buildings: analysis of measurement and rating techniques  
**Autora:** Lucía A. Taibo
- (F-12) **Título:** O espetáculo cinematográfico e a acústica das salas de projeção  
**Autor(es):** Osvaldo Emery e Jules G. Slama
- (F-13) **Título:** Aislación contra la transmisión de sonidos via solida el piso flotante  
**Autor(es):** Paul Ulrich Bittner

## G - ACÚSTICA

- (G - 1)-**Título:** Avaliação de um produto na tecnologia acústica  
**Autor(es):** Cláudio Lomônico, Lélius L. Braga e Pedro M. Costa Filho
- (G - 2)**Título:** Mecanismos basicos de la generacion de sonido aerodinamico: II aplicacion al sonido aerodinamico emitido por una sierra circular en vacio  
**Autor(es):** Victor Poblete, Rolando Rios e Jorge P. Arenas
- (G - 3) **Título:** Transformacion espacial del campo sonoro  
**Autor(es):** Martín Gutiérrez V. e Jorge P. Arenas
- (G - 4) **Título:** Desenvolvimento de um software para dimensionamento de caixas acústicas "Bass-reflex"  
**Autor:** João Candido Fernandes
- (G - 5) **Título:** Análise da resposta em frequência de dispositivos transformadores acústicos: cornetas acústicas  
**Autor(es):** Luiz A. Koehler e Arcanjo Lenzi
- (G - 6) **Título:** Avaliação da perda de transmissão acústica através de uma casca cônica  
**Autor(es):** Geraldo C.N. Miranda e Samir N.Y. Gerges

- 
- (G - 7) **Título:** Potência acústica irradiada de uma estrutura cônica  
**Autor(es):** Geraldo C.N. Miranda e Samir N.Y. Gerges
- (G - 8) **Título:** Ingenieria acustica: casos reales  
**Autor(es):** Juan C. Gimenez de Paz
- (G - 9) **Título:** Evaluacion y normalizacion de entrepisos  
**Autor:** Alberto Juan Stornini
- (G-10) **Título:** Evaluacion de la camara reverberante del laboratorio de  
acustica y luminotecnica de la CIC  
**Autor(es):** H.G. Giuliano, A.G. Velis e A.M. Mendez
- (G-11) **Título:** Medição de potência sonora: comparação entre dois arranjos  
de microfones em câmara semi-anecóica  
**Autor(es):** F.P.R. Corrêa, M.A.N. de Araújo
- (G-12) **Título:** Determinacion del tiempo de reverberacion utilizando  
metodos impulsivos  
**Autor(es):** A.G. Velis, H.G. Giuliano e A.M. Mendez
- (G-13) **Título:** Aspectos economicos del aislamiento a ruidos de impacto en  
viviendas coletivas  
**Autor:** Beatriz C. Amarilla
- (G-14) **Título:** Nuevo metodo de compresion digital de audio mediante  
algoritmos psicoacusticos  
**Autor(es):** Oscar Bonello, Daniel Jacoby e Francisco Villaverde
- (G-15) **Título:** Escenarios para sala con bajo TR y escasa difusion: mejora  
del IACC temprano  
**Autor:** Gustavo J. Basso
- (G-16) **Título:** Análise da sensibilidade de um sonar passivo tipo array  
linear através de método auto regressivo e autovalores/  
autovetores  
**Autor(es):** Márcio Silveira e Arcanjo Lenzi

- (G -17) **Título:** Fluxo de Potência entre componentes estruturais acoplados  
**Autor(es):** Edmar Baars e Arcanjo Lenzi
- (G-18) **Título:** Vazamento e infiltração acústica em acopladores utilizados para calibração de microfones pelo princípio da reciprocidade em bancada  
**Autor:** Geraldo T.D. Cavalcante
- (G-19) **Título:** Radiação acústica de superfícies esféricas  
**Autor(es):** Gustavo D. Pinheiro da Silva e Samir N.Y. Gerges
- (G-20) **Título:** Radiação acústica de cascas elípticas  
**Autor(es):** Jorge C.S. Pinto e Samir N.Y. Gerges
- (G-21) **Título:** Problemas mas comumente encontrados en proyectos de control de ruido  
**Autor:** Sergio Beristáin
- (G-22) **Título:** Medição de absorção sonora através de potência sonora  
**Autor(es):** Elvira B. Viveiros e Marco A. Nabuco de Araújo
- (G-23) **Título:** Conforto acústico do Núcleo de Desenvolvimento Infantil (NDI) da UFSC: avaliação e proposta de solução  
**Autor(es):** Stelamaris Rolla e Miriam J. Barbosa
- (G-24) **Título:** Inteligibilidad de la palabra en auditorios por medio de un metodo objetivo  
**Autor:** Ignacio L. Ferreyra
- (G - 25) **Título:** Enclausuramento de máquina  
**Autor:** Fernando Henrique Aidar



**3<sup>as</sup>** JORNADAS  
**DE ESTUDIANTES  
INGENIERIA  
ACUSTICA**

23 - 26 DE NOVIEMBRE DE 1994  
VALDIVIA - CHILE

### PRESENTACION

Considerando el gran éxito obtenido el año pasado con las "INGEACUS '93", el Centro de Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Acústica de la Universidad Austral de Chile, ha decidido organizar la tercera versión de las Jornadas de Estudiantes de Ingeniería Acústica INGEACUS' 94.

El espacio generado por este encuentro, siendo un evento único en su tipo en América del Sur, despierta gran interés no sólo en los alumnos de nuestra carrera, sino que llama la atención de personas dedicadas a la acústica en el resto del país y en el extranjero, especialmente en Brasil y Argentina. Es por esta razón que este año se quiere hacer extensiva la invitación a nivel nacional e internacional, a participar de este importante hito en la evolución de la Acústica de nuestro país, tanto exponiendo como asistiendo, por éste un punto importante de exhibición, comparación y superación de la Acústica en Chile.

### AREAS TEMATICAS

El evento contempla Conferencias y Sesiones técnicas (exposición de trabajos) de alto nivel y demostraciones de equipos relacionados con el área.

Se invita a exponer en las áreas temáticas, que a modo de sugerencia y en forma no excluyente, se detalla a continuación:

- |  |   |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Acústica teórica               | <input checked="" type="checkbox"/> Ondas sísmicas sonido atmosférico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Control de ruido y vibraciones | <input checked="" type="checkbox"/> Bioacústica                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Acústica arquitectónica        | <input checked="" type="checkbox"/> Legislación en acústica           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Audio                          | <input checked="" type="checkbox"/> Análisis digital de señales       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Audición                       | <input checked="" type="checkbox"/> Impacto ambiental                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Psicoacústica                  | <input checked="" type="checkbox"/> Otros                             |
| <input checked="" type="checkbox"/> Acústica subacuática           |   |

## ENVIO DE RESUMENES

Interesados completar y enviar ficha de inscripciones, junto a resumen de trabajo, antes del 8 de agosto de 1994.

## CALENDARIO

Fecha límite para envío de resúmenes	08-08-94
Comunicación de aceptación	29-08-94
Envío de trabajos completos	26-09-94
Aceptación final	17-10-94

## INSCRIPCION E INFORMACIONES

Toda correspondencia relacionada con las Jornadas, debe ser enviada a:

Presidente del Comité INGEACUS'94  
 Escuela de Ingeniería Acústica  
 Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
 Universidad Austral de Chile  
 Casilla 567 - Valdivia  
 Fono: (063) 221338 / Fax: (063) 213986

## COMITE ORGANIZADOR:

Presidente: Christopher H. Rooke C.  
 Vicepresidente: Jorge A. Loayza Ch.

## III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ACÚSTICA VEICULAR

*28 a 29 de agosto de 1995*

*Instituto de Engenharia - São Paulo - SP*

*Organização: Grupo de Acústica Veicular da SOBRAC*



## III CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE

*7, 8 e 9 de novembro de 1994*

*São Paulo - Brasil*

### **Desenvolvimento e Tecnologia Vencendo Desafios**

Este é o terceiro **CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE** organizado pela SAE BRASIL.

A conferência vai cobrir aplicações em aeronaves, veículos terrestres, marítimos, ferroviários e equipamentos diversos, incluindo agrícolas e de construção, relacionados com a engenharia da mobilidade.

Serão feitas apresentações técnicas cobrindo os seguintes tópicos:

#### **ANDRESS**

**SAE BRASIL** - Av. Paulista, 2073 - Horsa II - cj. 2001 - CEP: 01311-940  
São Paulo, SP, BRASIL. FAX number (55) (11) 288-6599

## INTER NOISE 94

### INSTITUTO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DE CONTROLE DE RUÍDO I/INCE

*realizará seu congresso no dias 29 a 31 de agosto de 1994*

*Yokohama - JAPAN*

*Sone Lab., R.I.E.C., Tohoku University, 2-1-1 Karahira,  
Aoba-ku*

*Sendai, 980 - JAPAN*

## CONGRESSO NOISE - CON 94

Foi realizado na Fort Landerlab, Flórida de 01 à 04 de maio de 1994. Com principal tema "Progresso em Controle de Ruído Industrial". Os anais publicados em inglês são de 1.088 páginas, com 165 trabalhos na área da qualidade, ventiladores, controle de ruído ativo e regulamento de ruído no mercado europeu.

O Congresso foi organizado pelo Instituto de Engenharia de Controle de Ruído (INCE). Os anais são recomendados para engenheiros de segurança, de projeto, de manutenção e pesquisa. Os conteúdos dos anais representam o estado de arte e tecnologia de controle de ruído para o ano 2000. As sessões tratam de: fontes de ruído, fenomenos físicos, elementos de controle de ruído, vibrações e choque, efeito do ruído, instrumentações e análise dos sinais e normas técnicas. As palestras apresentadas foram:

*Engenharia para Qualidade do Som - Prof. R.H.Lyon;  
Áreas Industriais Relevantes a Pesquisa Naval - W.K.Blake.  
Dinâmica de Estruturas Periódicas fora de Ordem - Y.K.Lin.*

O editor da revista SOBRAC considera este anais de grande valor, especialmente em alguns trabalhos relacionados a: Escapamentos Veicular, Caixas de Engrenagem, Ruído de Aeroportos, Otimização do Projeto da Câmara Reverberante por Computador, Ruído de Válvulas de Plataformas de Offshore e Controle de Ruído Ativo.

Os anais podem ser solicitados no

**NOISE CONTROLE FOUNDATION**  
P.O. BOX 2469 Arlington Branch  
Ponghkeepsie, NY 12603, E.U.A.  
Custo US\$ 95,00 + US\$ 25,00 correio.



## **NHCA CONFERÊNCIA 1995**

Associação Nacional de Conservação de Audição do EUA realizará sua conferência nos dias 22 a 28 de março de 1995 no Hyatt Regency Hotel in Cincinnatti, estado de Ohio, E.U.A., Contato:

**NHCA**  
431 East Locust streeb / suite 200  
Des Moines, IA 50309 EUA.  
Fax: 00-1-515 / 243-2049  
Att. Mr. Michele Johnson

**9º CONGRESSO BRASILEIRO DE  
MANUTENÇÃO**  
24 a 28 de outubro de 1994  
Centro de Convenções de Curitiba

**Informações:**

**ABRAMAN Sede**  
Av. Marechal Câmara, 160 Gr. 320 - Ed. Orly.  
20020-080 - Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: (021) 240-1237/240-4890  
Fax: (021) 220-5765

**ABRAMAN Regional Paraná/Santa Catarina**  
Mariano Silva Filho  
Tel.: (041) 224-2274  
Fax: (041) 331-2650

**Mario Fernando Krebs Baltar**  
Tel.: (041) 277-5164  
Fax: (041) 277-5164 ramal 20



**VI SYMPOSIUM ON DYNAMIC PROBLEMS OF  
MECHANICS - DINAME 95**

06 - 10 March 1995  
Hotel Glória  
Caxambu - Minas Gerais - Brazil

## Submission of Papers

Prospective authors, no matter of full or condensed papers, should submit an extended abstract (04 pages - 210 mm x 297 mm format) to the organizing committee by July 30, 1994. Tables and figures, if pertinent, should be included for ease understanding. All margins must be equal to 20 mm. The proceedings will include all accepted abstracts.

## Areas of Interest

Contributions are wellcome in all topics of Dynamics.  
Some of them are listed below:

- Structure Dynamics
- Rotor Dynamics
- Parametric and Modal Identification
- Model Updating
- Fluid Structure Interaction
- Statistical Energy Analysis
- Non-linear Dynamics and Chaos
- Vibration and Noise Control
- Active Mechanical Systems
- Intelligent Structures
- Control and Optimization

## Organization and Continuing Information

The VI DINAME is locally organized by Prof. Valder Steffen Jr. and Prof. Francisco P. Léopore Neto. Please fill in the form included here and send it to:

DINAME 95

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

CETEC - Departamento de Eng. Mecânica

Campus Santa Mônica

38400-902 - UBERLÂNDIA - M.G. - BRAZIL

Tels. (034) 235-3363 and (034) 235-0382 / Fax. (034) 236-0466

E-Mail DINAME @ BRUFU, BITNET

El Instituto Mexicano de Acústica, A.C. Y la  
Universidad Autónoma de  
Nuevo León a través de la Facultad de  
Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Convocan al

**PRIMER CONGRESO MEXICANO DE  
ACÚSTICA**

Con Participación Internacional

Monterrey, 22 y 23 de Septiembre de 1994

**TEMAS PRINCIPALES:**

- Audio
- Acústica Arquitectural
- Ruido Industrial

**Sede:**

Centro de Convenciones de Hotel Days Inn en Monterrey,  
Nuevo León - México

**INFORMES E INSCRIPCIONES**

*En Monterrey:*

**Ing. Fernando J. Elizondo Garza**

P.O. Box 28 sucursal "F" Cd. Universitaria

San Nicolás, N. L. 66450, México

Tel. (52) (8) 376-2264 Fax (52) (8) 376-2903

*En La Ciudad de Mexico:*

**Ing. Sergio Beristáin**

Multif. SCOP 38-1, Col. Narvarte, 03020 México, D. F.

Tels. y Fax (52) (5) 682-2830 y all (52) (5) 586-0344 de 8 a 14hs

**Recepción de Trabajos en Extenso, antes del 15 de Agosto de**

**1994**

## Notícias / Artigos

.....

# PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO RELACIONADA AO TRABALHO

## Introdução

O Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, órgão interdisciplinar composto por membros indicados pela Associação Nacional de Medicina do Trabalho (ANAMT), e pelas Sociedades Brasileiras de Acústica (SOBRAC), Fonoaudiologia (SBF) e Otorrinolaringologia (SBORL), definiu e caracterizou a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) relacionada ao trabalho com o objetivo de apresentar o posicionamento oficial da comunidade científica brasileira sobre o assunto.

## Definição

A perda Auditiva Induzida pelo Ruído relacionada ao trabalho, diferentemente do trauma acústico, é uma diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a níveis elevados de ruído.

## Características Principais

01. A PAIR é sempre neurossensorial, em razão do dano causado às células do Órgão de Corti;

02. Uma vez instalada, a PAIR é irreversível e quase sempre similar bilateralmente;

03. Raramente leva à perda auditiva profunda pois, geralmente, não ultrapassa os 40dBNA nas baixas frequências e os 75 dBNA nas frequências altas;

04. Manifesta-se, primeira e predominantemente, nas frequências de 6,4 ou 3 KHz e, com o agravamento da lesão, estende-se às frequências de 8, 2, 1, 0,5 e 0,25 KHz, as quais levam mais tempo para serem comprometidas;

05. Tratando-se de uma patologia coclear, o portador da PAIR pode apresentar intolerância a sons intensos, zumbidos além de ter comprometida a inteligibilidade da fala, em prejuízo do processo de comunicação;

06. Não deverá haver progressão da PAIR uma vez cessada a exposição ao ruído intenso;

07. A instalação da PAIR é, principalmente, influenciada pelos seguintes fatores: características físicas do ruído (tipo, espectro e nível de pressão sonora), tempo de exposição e susceptibilidade individual;

08. A PAIR não torna a orelha mais sensível à futuras exposições a ruídos intensos. A medida que os limiares auditivos aumentam, a progressão da perda torna-se mais lenta;

09. A PAIR geralmente atinge o seu nível máximo para as frequências de 3, 4 e 6 KHz nos primeiros 10 a 15 anos de exposição sob condições estáveis de ruído.

## Comentários

O diagnóstico nosológico da PAIR só pode ser estabelecido através de um conjunto de procedimentos que envolvam anamnese clínica, história ocupacional, exame físico, avaliação audiológica e, se necessário, testes complementares.

Pesquisas sugerem que a PAIR pode ser agravada através da exposição simultânea do trabalhador à ruídos intensos e outros agentes, tais como produtos químicos e vibrações. Da mesma forma, o trabalhador que ingere ototóxicos ou é portador de algumas doenças, pode ter sua susceptibilidade ao ruído aumentada.

A PAIR é um comprometimento auditivo passível de prevenção e pode acarretar ao trabalhador alterações importantes que interferem na sua qualidade de vida. São elas: a incapacidade auditiva (hearing disability) e a desvantagem (handicap). A incapacidade auditiva refere-se aos problemas auditivos experienciados pelo indivíduo com relação à percepção da fala em ambientes ruidosos, televisão, rádio, cinema, teatro, sinais sonoros de alerta, música e sons ambientais. A desvantagem, por sua vez, relaciona-se às conseqüências não auditivas da perda, influenciada por fatores psicossociais e ambientais. Dentre elas destacam-se estresse, ansiedade, isolamento e auto-imagem pobre, as quais comprometem as relações do indivíduo na família, no trabalho e na sociedade, prejudicando o desempenho de suas atividades de vida diária.

## Bibliografia Consultada

1. GLORIG, A. - Noise: past, present and future. *Ear Hear.*, 1:4-18, 1980.
2. OCCUPATIONAL NOISE-INDUCED HEARING LOSS - *J. Occup. Med.*, 31 (12):996, 1989.

### COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA

#### **ANAMT - Associação Nacional de Medicina do Trabalho**

Dr. João Alberto Maeso Montes - RS

Dr. Osny de Melo Martins - PR

#### **SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica**

Fga Ana Cláudia Fiorini - SP

Engº Eduardo Giampaoli - SP

#### **SBFa - Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**

Fga Dra Iêda Chaves Pacheco Russo - SP

Fga Dra Maristela Vendramel Ferreira Carnicelli - SP

#### **SBORL - Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia**

Dr. Everardo Andrade da Costa - SP

Dr. José Seligman - RS (Coordenador)

Convidados:

Dr. Alberto Alencar Nudelman - RS

Dr. Raul Nielsen Ibañez - RS

São Paulo, 29 de junho de 1994  
Hotel Transamérica - Sala de Sessões



## SEMI-EIXO, O TEMA DE UMA TESE DE MESTRADO

Depois de quatro anos de estudos, o funcionário Rodrigo Kniest, do setor de Engenharia Experimental da ATH, obteve aprovação após a defesa do seu trabalho de mestrado junto ao curso de pós-graduação em Engenharia-Mecânica,

área de Vibrações e Acústica, da Universidade Federal de Santa Catarina. Sua tese, "Comportamento Dinâmico do Semi-Eixo Homicinético com Uso de Análise Modal", foi composta de uma parte prática e outra teórica. Na parte prática, após trabalhos de simulação laboratorial e medições no veículo em condições reais de uso, Rodrigo planejou uma bancada que simula o que acontece no carro, com a real aplicação do semi-eixo nas condições que o veículo impõe. Na parte teórica, desenvolveu um modelo simples, que utiliza-se dos dados experimentais para representar o comportamento do semi-eixo.

Seu objetivo foi o de obter conhecimento sobre o comportamento dinâmico do semi-eixo - adquirindo, com isso, base para projetar esse componente de acordo com suas características vibratórias, adequando-o às crescentes necessidades do mercado (baixo nível de ruídos e vibrações). O desenvolvimento do semi-eixo projetado para o novo Escort é um exemplo da aplicação desta tecnologia a um caso real.

## *Livros*

.....

**ACÚSTICA E PSICOACÚSTICA APLICADAS À FONOAUDIOLOGIA.** Dra. Iêda Chaves Pacheco Russo. Um livro de 178 páginas, 1993. Editora Lowise Científica.



**RUÍDO: FUNDAMENTOS E CONTROLE.** Prof. Samir N. Y. Gerges, Ph.D. Um livro de 600 páginas, 1992, Livraria FEESC, Campus Universitário da UFSC - 88040-900. Florianópolis - SC. Tel.: (0482) 31-9568 ou 34-0746 / Fax: (0482) 319677.



**RUÍDO: RISCOS E PREVENÇÃO**

Ubiratan de Paula Santos: *Organizador*

Marcos Paiva Matos: *Autor*

Thais Catalani Morata: *Autora*

Ubiratan de Paula Santos: *Autor*

Vilma Akemi Okamoto: *Autora*

157 páginas, 1994, Editora Huc. Tec.

**Ficha de Avaliação da Revista****ACÚSTICA & VIBRAÇÕES***nº 13 Julho/94***1- O que você achou do conteúdo desta REVISTA?**

Muito bom [ ]    Bom [ ]    Razoável [ ]    Péssimo [ ]

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

Sim [ ]    Não [ ]

**3 - Qual a matéria que você mais gostou?**

---

---

---

**4 - Quais os assuntos, na área de vibrações e acústica, você gostaria que fossem abordados?**

---

---

---

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

---

---

---

É de grande importância para nós da Comissão Editorial da Revista da SOBRAC que você caro associado, nos envie esta ficha preenchida. Caso os espaços forem pequenos, escreva-nos dando sua opinião, criticando, etc. Agradecemos as críticas e comentários, e gostaríamos de convidar V.S<sup>a</sup> para publicar artigos, notícias, informações, etc., nas próximas edições.

**SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica - UFSC / EMC / LVA**  
Cxa. P. 476 - Campus Universitário / 88040-900 - Florianópolis - SC  
**Att.: Prof. Samir N.Y. Gerges, Ph.D.**

**SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústia**  
UFSC/EMC/LVA - Campus Universitário  
Cxa.P. 476 - Cep. 88040-900 - Florianópolis - SC  
Att.: Prof. Samir N.Y. Gerges, Ph.D.  
Fone: (0482) 319227 ou 344074 / Fax: (0482) 341519 ou 341524

## FICHA DE INSCRIÇÃO

**NOME:** \_\_\_\_\_  
Data e Local Nasc.: \_\_\_\_\_  
Graduação: [ ] sim [ ] não Especialidade: \_\_\_\_\_  
Ocupação Principal: \_\_\_\_\_

### ENDEREÇO PESSOAL

Rua, Nº, Bairro: \_\_\_\_\_  
CEP-Cidade-Estado-País: \_\_\_\_\_  
Fone e Fax: \_\_\_\_\_

### ENDEREÇO PROFISSIONAL

Empresa/Instituição: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_  
Rua, Nº, Bairro: \_\_\_\_\_  
CEP-Cidade-Estado-País: \_\_\_\_\_  
Fone e Fax: \_\_\_\_\_

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA: Res. [ ] Com. [ ]  
ÁREAS DE INTERESSE PRINCIPAL

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CATEGORIA: EFETIVO [ ] INSTITUCIONAL [ ] ESTUDANTE [ ]  
(Autônomo ou Individual) (Empresas)

Caso INSTITUCIONAL, favor fornecer dados dos representantes

Primeiro Representante - Nome: \_\_\_\_\_  
Endereço: \_\_\_\_\_

Segundo Representante - Nome: \_\_\_\_\_  
Endereço: \_\_\_\_\_

*\*Usar verso para adicionar mais representantes*

Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Assinatura: \_\_\_\_\_