

# Análise da atenuação de ruído de protetores auriculares

Fernando Alves Ciote

Graduado em Engenharia Civil – UNINOVE.  
fciote@ig.com.br, São Paulo [Brasil]

Renata Fernandes Ferreira Ciote

Graduada em Engenharia Civil – UNINOVE.  
renata.ciote@telefonica.com.br, São Paulo [Brasil]

Jabra Haber

Doutor em Engenharia de Produção – USP;  
Professor na pós-graduação – UNINOVE.  
jabra@uninove.br, São Bernardo do Campo [Brasil]

Este artigo analisa a situação atual dos Protetores Auriculares (PAs) utilizados no Brasil. Inicialmente, serão apresentados alguns conceitos sobre Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional (PAIRO) e PA; a seguir, serão discutidos os parâmetros envolvidos na determinação da atenuação de ruído dos PAs bem como as normas utilizadas para determinação dos níveis de atenuação de ruídos em laboratórios. Finalmente, serão apresentados os aspectos legais que determinam o fornecimento e fabricação dos PAs e a situação atual do problema de atenuação do ruído no país.

**Palavras-chave:** Atenuação. Audição. Insalubridade.  
Protetores auriculares. Ruído industrial.



## 1 Introdução

Apesar de o Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) não dispor de dados estatísticos sobre o número de trabalhadores expostos ao ruído, a Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional (PAIRO) tem sido reconhecida como uma das principais doenças ocupacionais do país, merecendo; por isso, a crescente preocupação tanto das empresas quanto dos empregados.

As perdas auditivas causadas por ruído ocupacional ocorrem, primeiramente, nas faixas de frequência entre 4 mil e 6 mil hertz (Hz), o que faz com que o trabalhador não perceba os prejuízos imediatamente, pois os sons da conversação normal têm frequência entre 500 e 3 mil Hz. A perda da capacidade auditiva em outras frequências ocorre ao longo do tempo e pode ser caracterizada pela redução da intensidade do som que é ouvido, podendo ser medida em decibéis (dB).<sup>1</sup> Apenas quando as perdas vão além da faixa de 35 a 40 dB é que as pessoas percebem que estão com problemas auditivos. No entanto, por se tratar de doença de caráter irreversível, pouco se pode fazer.

Conforme determina a Norma Regulamentadora 7 (NR-7) (BRASIL, 2005c) – que trata do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) – devem ser realizados, anualmente, exames audiométricos nos funcionários para fazer o controle da perda auditiva e verificar a progressão da doença.

Segundo a Norma Regulamentadora 6 (NR-6) (BRASIL, 2005b), é considerado equipamento de proteção individual (EPI) todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, que se destina à proteção de riscos que ameacem sua segurança e saúde. Nessa definição, os protetores auriculares (PAs) são os equipamentos que visam proteger o ouvido dos trabalhadores contra o agente físico denominado ruído.

O PA é uma barreira física que pode ser introduzida diretamente no canal auricular externo, na entrada do canal ou sobre a orelha, visando reduzir a incidência do ruído. Esses protetores devem, preferencialmente, reduzir a incidência do ruído a valores abaixo de 80 dB.

Os protetores auditivos ou auriculares podem ser do tipo ativo ou passivo. Entre os passivos, que são os mais utilizados, existem os modelos de inserção, supra-auriculares, circum-auriculares e elmos (capacetes). Segundo Gerges (2000), existe cerca de 1,5 mil marcas de protetores auditivos no mundo.

Na seleção de um PA, deve-se levar em conta três fatores principais: atenuação, conforto e comunicação. De acordo com Nielsen (2001), no Brasil a escolha desses dispositivos é feita a partir da combinação entre preço e atenuação oferecida, mas sem que se façam análises detalhadas.

## 2 Atenuação dos protetores auriculares

As empresas em geral optam tecnicamente por um PA, levando em consideração seu grau de atenuação. Normalmente, o departamento de segurança das empresas procura EPIs com o maior grau de atenuação possível. Tal pensamento se revela muitas vezes incorreto, uma vez que os valores apresentados pelos fabricantes são obtidos em laboratórios sob condições “ideais”, que não correspondem à realidade do ambiente de trabalho. Além disso, os indivíduos utilizados nos testes são treinados para a colocação mais apropriada do EPI. Ressalte-se ainda que um grau de atenuação muito maior que o necessário também pode dificultar a comunicação entre os funcionários e interferir na escuta de alarmes sonoros importantes, o que pode acarretar acidentes.

A adequada atenuação de ruído resultante do uso de PAs depende da conjugação de três elemen-

tos: usuário, tipo de protetor e ambiente de trabalho, que analisados em conjunto permitem a determinação do valor real de atenuação do PA. Segundo Kwitko (2003), as atenuações fornecidas pelos PAs são tão incertas que diversos órgãos, entre os quais o National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) e Occupational Safety and Health Administration (OSHA), preconizam que devem ser feitas correções dos valores informados pelos fabricantes. Tais correções são determinadas de forma empírica e variam de acordo com o estudo efetuado pela instituição.

Ainda segundo Kwitko (2003), a OSHA informa que há uma previsão de que ocorra diminuição de 7 dBs nos Níveis de Redução de Ruído (NRRs) sempre que os cálculos considerarem a exposição em dBs quando medidos na escala “A” do decibelímetro. Já o NIOSH estabelece correções de 75% para PA do tipo concha, 50% para PA do tipo *plug* moldável e 30% para PA do tipo *plug* pré-moldado.

### 3 Metodologias para a obtenção das atenuações dos protetores auriculares

A NR-6 – que trata de Equipamentos de Proteção Individual –, da Portaria 3.214/78 (BRASIL, 2005d), que estabelece as exigências a serem observadas com relação aos EPIs, não apresenta nenhuma metodologia para o cálculo da atenuação de PA. Exige-se apenas que eles possuam o certificado de aprovação emitido pelo Ministério do Trabalho, com indicação do NRR. Entretanto, até hoje, não existe no Brasil nenhuma disposição normativa que defina a metodologia a ser empregada para o cálculo; por isso, utilizam-se apenas as normas estrangeiras.

A Real Ear Attenuation at Threshold (REAT) é o método internacional mais comum e mais usado

para medir atenuação de ruído dos protetores auditivos em laboratórios e se baseia nas normas do American National Standards Institute (ANSI), ANSI S3.19-1974 (1974), ANSI S12.6-1984 (1984) e ANSI S12.6-1997 (1997), que descrevem procedimentos para determinar a atenuação de ruído fornecido pelo protetor auditivo em câmara acústica qualificada. Esta última fornece especificações para os métodos de ensaio “A” e “B”.

Há que se comentar que nenhuma das normas existentes preconiza o método para determinação do NRR em cabine audiométrica, como muitos profissionais de segurança do trabalho sugerem. Isso ocorre, porque tais cabines trabalham com sons puros, o que não é compatível com o ruído industrial. Assim, as normas determinam que os testes de laboratório sejam feitos em salas acústicas, para conseguir maior nível de eficiência para o PA.

### 4 Atenuação conforme a norma ANSI S3.19-1974

Os ensaios, de acordo com a ANSI S3.19-1974 (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, 1974), são realizados em salas acústicas, e a atenuação máxima (maior atenuação que o PA pode fornecer) pode ser obtida em testes com ouvintes bem treinados e acompanhados por um especialista desde a colocação do protetor até a execução do ensaio.

Após o ensaio, o Nível de Pressão Sonora (NPS), equivalente àquele a que um trabalhador é exposto com o uso de um protetor auditivo, pode ser calculado por meio de dois métodos.

O primeiro é o “método rápido”, que trabalha apenas com o nível de ruído total do ambiente e o NRR do EPI, calculando-se o NPS a que o trabalhador está exposto com uma fórmula que utiliza o Limite Equivalente (LEQ), ou seja, o nível



de ruído do ambiente, como segue:  $NPS = LEQ + 7 - NRR$ , para valores de dose medidos no “circuito de compensação A”, e  $NPS = LEQ - NRR$  para doses medidas no “circuito de compensação C”. O NRR a ser considerado é o corrigido de acordo com as normas da NIOSH.

O segundo, o “método longo”, é mais preciso que o anterior, envolve cálculo e considera cada banda de frequência. Gerges (2000) apresenta uma tabela para cálculo dos NPSs nos ouvidos dos usuários por meio do uso de protetores auditivos.

Para calcular os NPSs nos ouvidos do usuário, com o uso de protetores auditivos, utiliza-se o método longo. Veja Tabela 1.

**Tabela 1: Cálculo dos níveis de pressão sonora nos ouvidos (método longo)**

Frequência central (Hz)	NPS no ambiente de trabalho (a) (dB)	Atenuação média (b) (dB)	Desvio padrão x 2 (c) (dB)	NPS com o uso do protetor (a - b + c) (dB)
125	84	14	10	80
250	93,4	19	12	86,4
500	101,8	32	12	82,8
mil	106	36	14	84
2 mil	102,2	37	14	79,2
4 mil	97	48	14	63
8 mil	88,9	40	16	64,9

Fonte: Gerges (2000, p. 6).

Resultados de ensaios realizados nos Estados Unidos, com base na ANSI S3.19-1974, mostraram grandes variações nas atenuações, chegando, de acordo com o laboratório, a 28 dB. Tal variação é, provavelmente, resultado da seleção e do treinamento dos ouvintes. Assim, conclui-se que os valores de NRR obtidos nos ensaios pela referida norma não representam os valores de atenuação reais que os trabalhadores terão (GERGES, 2000).

Além disso, observa-se que, em alguns casos, após a realização do ensaio e feitas as correções soli-

citadas pelas normas e pela NIOSH, alguns PAs oferecem proteção negativa. Tal fato demonstra a existência de falhas na aplicação da ANSI S3.19-1974.

## 5 Atenuação conforme a norma ANSI 12.6-1997

Para corrigir a grande variação e as falhas da ANSI S3.19-1974, foi criada uma nova metodologia em 1984, a ANSI S12.6-1984, rejeitada pelos laboratórios e fabricantes, por não suprir as falhas existentes na ANSI S3.19-1974. Para resolver o problema, criou-se a ANSI 12.6-1997 (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, 1997).

A referida norma também apresenta dois métodos para a realização dos ensaios. O mais utilizado é o “método B: colocação do protetor pelo ouvinte”. Neste método, os usuários participantes do ensaio não devem ter experiência no uso de PAs; somente lêem as instruções dos fabricantes, observados pelo aplicador do teste, que não pode orientá-los nem ajudá-los a colocar os equipamentos. Os ouvintes utilizados também são substituídos com frequência para que não se acostumem com os EPIs. Dessa forma, procura-se aproximar os resultados obtidos dos valores reais. Por meio desse ensaio, surgiu o chamado NRRsf, em que “sf” significa *subject fit* (colocação pelo ouvinte), não sendo necessário, nesses casos, aplicar os fatores da NIOSH.

Segundo Gerges (2000), nos Estados Unidos, os fabricantes de PA acrescentam às informações de atenuação que 84% dos usuários que utilizam o equipamento podem ter proteção maior que o indicado no NRRsf.

A faixa dos NRRsf dos protetores existentes no mercado internacional está, em geral, entre 0 e 25 dB, valores estes bem abaixo dos resultados obtidos nos mesmos equipamentos pelo antigo método descrito na ANSI S3.19-1974.

## 6 Atenuação para ruídos de impulso

Como não existem normas internacionais de ensaio dos protetores auditivos para ruído de impulso, os trabalhadores acabam expostos a altos níveis de pressão sonora. Atualmente, estão sendo realizados estudos que desenvolvem alguns métodos para ensaios de atenuação de ruído de impulso. Alguns dos ensaios são feitos usando uma cabeça artificial ou manequim simulando a cabeça humana. Entre esses estudos, Gerges (2000) cita o realizado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no Laboratório de Ruído Industrial (LARI), que é pioneiro no país.

No laboratório, foi desenvolvida uma fonte sonora de ruído impulsivo por rompimento de membrana, com reservatório de ar de alta pressão gerando níveis de pico estável e repetido de até 158 dB (pico). Esse ruído impulsivo é produzido dentro de um tubo de 500 milímetros de diâmetro, atingindo uma cabeça construída conforme norma da International Organization for Standardization (ISO), por vários ângulos de incidência. O NPS é medido no ouvido dessa cabeça, com microfone especial, sem protetor.

## 7 Legislação

No âmbito legal, é a Lei 6.514 (BRASIL, 2005a), em conjunto com a Portaria 3.214/78 (2005d), que determina a obrigatoriedade do fornecimento e uso de protetores auriculares para trabalhadores expostos a altos níveis de ruídos. Entre as Normas Regulamentadoras aprovadas pela Portaria acima citada, a NR-6, tem como objetivo preservar a integridade física do trabalhador.

A referida NR-6 determina, em seu item 6.6 – Obrigações do Empregador –, que a empresa deve fornecer aos seus colaboradores somente

equipamentos de proteção individual aprovados pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho.

Quanto ao item Certificado de Aprovação (CA), a NR-6 (BRASIL, 2005b), em seu item 6.9.1, informa que o CA terá validade:

- De cinco anos, para equipamentos com laudos de ensaio que não tenham sua conformidade avaliada no âmbito do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO);
- Do prazo vinculado à avaliação da conformidade no âmbito do SINMETRO, quando for o caso;
- De dois anos, para os EPIs desenvolvidos até a data da publicação desta Norma, quando não existirem normas técnicas nacionais ou internacionais, oficialmente reconhecidas, ou laboratório capacitado para realização dos ensaios. Nesses casos, os EPIs terão sua aprovação pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, mediante apresentação e análise do Termo de Responsabilidade Técnica e da especificação técnica de fabricação, podendo ser renovado até 2006, quando se expirarão os prazos concedidos;
- De dois anos, renováveis por igual período, para os EPIs desenvolvidos.

## 8 Situação atual

Em pesquisa realizada junto aos fornecedores de PAs, verificou-se que, apesar de a norma ANSI S12.6-1997 ser a mais atualizada e mais adequada para avaliação da atenuação do ruído, a maioria dos equipamentos comercializados ainda possui certificados de aprovação com base em ensaios pela norma ANSI S3.19-1974.



São encontrados no mercado alguns protetores, que possuem ensaios de acordo com as duas normas. Quando analisado um PA do tipo concha, observa-se que, se utilizada a ANSI S3.19-1974, seu nível de atenuação de ruído varia entre 23 e 19 dB, enquanto o ensaio, de acordo com a ANSI S12.6-1997, apresenta um NRRsf variando de 13 a 15 dB.

Para protetores do tipo *plug*, a situação não é diferente; quando ensaiados pelo método ANSI S3.19-1974, seu nível de atenuação de ruído variava entre 24 e 20 dB, enquanto o ensaio, de acordo com a ANSI S12.6-1997, apresentava um NRRsf variando de 13 a 17 dB.

Atualmente, quando se fala em nível de atenuação de ruído, notam-se diversos interesses envolvidos. Para conseguirem competir no mercado e vender seus produtos, os fabricantes tentam desenvolver protetores auditivos com maior atenuação e maior NRRsf. As empresas e engenheiros de segurança precisam de dados que representem a atenuação real do PA quando utilizado em ambiente de trabalho. Os laboratórios de ensaio buscam dados de atenuação mais representativos e diminuição dos níveis de incerteza de medição (GERGES, 2000)

## 9 Considerações finais

Verifica-se que atualmente existe uma grande incerteza quanto ao NRR dos PAs fornecido pelos fabricantes. Protetores com características semelhantes, ensaiados pelos diversos métodos, apresentam valores bastante diferentes. As normas regulamentadoras colaboram para tal incerteza, uma vez que não apresentam especificações quanto ao método correto para o ensaio dos protetores em laboratórios, padronizando, dessa forma, todos os valores de NRR indicados.

Assim, à mercê de toda essa discussão estão os trabalhadores expostos ao ruído, que continu-

am a sofrer perdas auditivas, apesar de utilizarem PAs com grau de atenuação adequada, conforme indicado pelos fabricantes e aprovados pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

### Analysis of the noise reduction of the auricular protectors

This paper analyzes the current situation of auricular protectors adopted in Brazil. First it will be presented some concepts about Hearing Loss Induced by Occupational Noise and auricular protectors. Then, it will be discussed the parameters involved in the determination of the noises reduction of the auricular protectors, as well as the used norms for determining the noises reduction levels in laboratories. Finally, it will be shown the legal aspects that determine the supplying and production of the auricular protectors, and the current situation of the noise attenuation problems in the country.

**Key words:** Attenuation. Auricular protectors. Hearing. Industrial noise. Insalubrity.

### Notas

- 1 Hertz (Hz) é a unidade de medida de frequência, definida como número de ciclos de um fenômeno no período de um segundo. Decibel (dB) é a unidade de medida da intensidade do som.

### Referências

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. *ANSI S3.19-1974*: measurement of the real-ear attenuation of hearing protectors and physical attenuation of ear muffs. Washington, DC: ANSI, 1974.

\_\_\_\_\_. *ANSI S12.6-1984*: measurement of the real-ear attenuation of hearing protectors. Washington, DC: ANSI, 1984.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. *ANSI S12.6-1997: methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors*. Washington, DC: ANSI, 1997.

BRASIL. Lei 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho. *Lex: Manuais de legislação Atlas*. 57 ed. São Paulo: Atlas, 2005a. p. 11-19.

\_\_\_\_\_. Norma Regulamentadora 6 (NR-6). Equipamento de Proteção Individual (EPI). *Lex: Manuais de legislação Atlas*. 57 ed. São Paulo: Atlas, 2005b. p. 80-87.

\_\_\_\_\_. Norma Regulamentadora 7 (NR-7). Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. *Lex: Manuais de legislação Atlas*. 57 ed. São Paulo: Atlas, 2005. p. 88-100.

BRASIL. Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras (NR) do Capítulo V do Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. *Lex: Manuais de legislação Atlas*. 57 ed. São Paulo: Atlas, 2005d. p. 20-21.

GERGES, S. N. Y. *Ruído: fundamentos e controle*. 2. ed. Florianópolis: Editora NR, 2000.

KWITKO, A. EPIs auditivos: A falácia dos NRRs. *Segurança e Trabalho*, Salvador, p. 1-8, 2003. Disponível em: <[http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/epis-airton\\_kwitko.pdf](http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/epis-airton_kwitko.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2005.

NIELSEN, R. M. *Comportamento de três protetores auriculares tipo concha, em ambientes com ruídos em baixa frequência*. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia [Ergonomia])—Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

recebido em: 6 jun. 2005 / aprovado em: 16 jun. 2005

Para referenciar este texto:

CIOTE, F. A.; CIOTE, R. F. F.; HABER, J. Análise da atenuação de ruído de protetores auriculares. *Exacta*, São Paulo, v. 3, p. 71-77, 2005.

