

ESTUDO DO DESEMPENHO DE DIFERENTES TIPOS DE PROTETORES AUDITIVOS*

STUDY OF PERFORMANCE OF DIFFERENTS TYPES OF HEARING PROTECTORS

Adriana Avagliano¹
Kátia de Almeida²

RESUMO

Introdução: o ruído ocupacional é a causa mais comum de exposição prejudicial à audição e, potencialmente, pode ser controlado por meio de medidas preventivas administrativas e de engenharia. **Objetivo:** estudar o desempenho de diferentes modelos de protetores auditivos, da forma como são usados pelos funcionários: correta ou incorretamente. **Métodos:** foram avaliados 63 funcionários divididos em 6 grupos, conforme o modelo de protetor auditivo utilizado (duas conchas, dois plugues pré-moldados e dois plugues moldáveis). Todos foram submetidos a audiometria tonal em campo (250 a 6.000 Hz) e limiar de reconhecimento de fala sem e com protetor. Este era colocado pelo próprio funcionário, sendo observado se estava posicionado corretamente ou não. **Resultados:** quando usados corretamente, todos os protetores provocaram uma mudança significativa nos limiares de audibilidade. Quando usados incorretamente, essa mudança foi quase inexistente. As maiores alterações nos limiares de audibilidade ocorreram nas altas frequências (3.000, 4.000 e 6.000 Hz), sendo o protetor plugue moldável (de espuma de poliuretano – modelo E) aquele que provocou as maiores alterações nos limiares de audibilidade. **Conclusões:** os modelos de protetores testados desempenharam bem a função de proteção, quando usados corretamente. O melhor modelo foi o protetor plugue moldável. Não foi observada uma relação direta entre a maior atenuação proposta provocar a maior mudança no limiar tonal.

Descritores: audição/fisiologia; limiar auditivo; dispositivos de proteção dos ouvidos; audiometria; ruído ocupacional; saúde ocupacional.

■ INTRODUÇÃO

O ruído sempre foi e continua sendo um fator de grande preocupação devido aos danos que provoca à audição. No passado, os altos níveis de ruído se encontravam, principalmente, nas indústrias. Hoje, devido ao desenvolvimento industrial e tecnológico sempre crescente, o ruído se encontra nos mais diversos ambientes ocupados pelo homem: no lazer, na rua, entre outros.

Sendo o ruído ocupacional a causa mais comum de exposição prejudicial, deveria ser controlado por medidas de engenharia e administrativas. Quando isso não é possível, o protetor auditivo se apresenta como um dos métodos mais comuns e práticos para reduzir a dose de ruído.

Os protetores auditivos, quando utilizados de forma cuidadosa e supervisionada, podem prevenir significativamente a ocorrência de perdas auditivas. A efetividade do protetor depende da escolha, do treinamento quanto ao uso e dos cuidados com o mesmo. A principal variável quanto à efetividade do protetor auditivo continua a mesma – o usuário, e como ele coloca e usa o protetor.⁽¹⁾

É um achado invariável que o desempenho real dos protetores auditivos é significativamente menor do que a estimada pelos laboratórios. Isso porque no mundo real os vazamentos aéreos predominam devido ao protetor não estar adaptado ou ajustado corretamente. Algumas causas que comprometem o desempenho dos protetores auditivos são: o conforto oferecido pelo protetor, a forma como o protetor é utilizado, a adaptação do protetor na orelha, a compatibilidade com o

*Trabalho realizado no CEFAC – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica e no CEDIAU – Centro de Estudos em Distúrbios da Audição.

¹Fonoaudióloga do Curso de Especialização em Audiologia Clínica do CEFAC.

²Profa. Dra. Fonoaudióloga Docente do CEFAC e do CEDIAU.

usuário e com outros equipamentos de proteção, reajustes, a deterioração do protetor, modificações feitas no protetor pelo usuário e a remoção freqüente do protetor pelo usuário.⁽²⁾

O desempenho acústico do protetor auditivo envolve não apenas as características físicas do protetor e sua relação com o ouvido, mas também as limitações anatômicas e fisiológicas do usuário.⁽¹⁾

A escolha do protetor auditivo deve ser feita a partir de um trabalho individual, no qual sejam considerados aspectos de atenuação inerentes ao protetor (qualidade), características pessoais do usuário (tamanho do meato acústico externo, formato do rosto e da cabeça, compatibilidade com outros equipamentos de proteção individual (EPI), tipo de atividade, utilização adequada, preferências) e nível de ruído no qual o operário trabalha. Dessa forma, o protetor auditivo deve deixar de ser escolhido pela empresa de forma indiscriminada, e passar a ser escolhido considerando o usuário obedecendo a aspectos técnicos. Os protetores auditivos possuem características que devem ser consideradas no momento da sua seleção e escolha, sendo elas a atenuação oferecida, o conforto, o tamanho do protetor, a facilidade de colocação, a compatibilidade com o usuário e com outros equipamentos e a preferência pessoal do usuário.⁽³⁾

Na maioria das situações industriais, conforto e durabilidade são fatores mais importantes do que um ganho de poucos decibéis a mais de atenuação, considerando-se que a atenuação alcançada já é razoável. Desta forma, alguns fatores devem ser considerados pois podem ocasionar problemas na utilização dos protetores auditivos.⁽⁴⁾ Dentre eles: higiene, desconforto, efeitos na comunicação verbal, efeitos na localização direcional e segurança.

O efeito de oclusão é muito citado como algo incômodo pelos usuários de protetores auditivos, pois distorcem sua própria voz.⁽¹⁾ A magnitude do efeito de oclusão depende de como o protetor é colocado. O efeito é maior quando o meato é ocluído na sua entrada e menor na medida em que o plugue é inserido mais profundamente ou com conchas que tenham um volume maior. Os principais tipos de protetores auditivos são:

1. Concha ou abafadores: consistem em duas conchas de material plástico rígido que selam o redor do pavilhão auricular usando espuma ou almofada preenchida com líquido e são fixadas no local com um arco plástico ou metálico.
2. Plugues ou de inserção: adaptados no meato acústico. Podem ser: *pré-moldados* – disponíveis em tamanhos padrões a fim de se adaptar ao meato acústico das diversas pessoas podendo ser feitos de materiais flexíveis como vinil, silicone etc.; *moldáveis* – modelados pelo usuário no meato acústico, podendo ser feitos de algodão, silicone, espuma etc.; *moldados* – fei-

tos individualmente para cada usuário, geralmente de silicone.

3. Semi-aural ou de semi-inserção: adaptados na entrada do meato acústico presos por um arco.
4. Capacetes: quando os protetores tipo concha precisam ser usados juntamente com capacetes, os mesmos podem ser presos aos capacetes.

Todo protetor atenua o ruído criando uma barreira para reduzir o som que chega por via aérea à membrana timpânica. O nível de proteção obtido depende do grau de vedação do protetor, de forma que qualquer vazamento permite que o som passe pelo protetor.⁽⁵⁾

Existe uma diferença entre os dados de laboratório e o mundo real que se explica pelo fato de ser muito diferente a atenuação que se obtém de um indivíduo testando o protetor num laboratório, tendo sido bem treinado para usá-lo, em ambiente tranqüilo e limpo, sem suores, poeira e calor, usando um protetor durante poucos minutos e freqüentemente sendo bem pago para isso, da atenuação que um operário obtém do mesmo protetor no “mundo real” do seu trabalho.⁽³⁾ Freqüentemente os operários recebem como atenuação 50% do valor indicado pelo fabricante.

Uma forma de avaliar a efetividade do protetor é medir a alteração temporária do limiar. A diferença entre os limiares auditivos obtidos no início e no fim da jornada de trabalho, tendo o operário utilizado como de rotina sua forma de proteção, indica que esta não está sendo eficiente nas reais condições de trabalho.⁽³⁾

Além da atenuação, também é necessário saber o quanto há de variação oferecida pelo protetor de um indivíduo para outro, mesmo quando um protetor é bem adaptado. Os protetores podem ser avaliados quanto à sua aplicabilidade pela comparação dos desvios padrões (em dB) das atenuações para cada freqüência. Os desvios padrões incluem componentes devido às variações no desempenho audiométrico de cada indivíduo de um exame para outro. No entanto, na comparação entre protetores, as maiores diferenças nos desvios padrões são atribuídas às dificuldades inerentes em ocluir completamente todos os tamanhos e formas de meato acústico. No caso dos plugues pré-moldados, isso é, particularmente difícil quando há apenas poucos tamanhos disponíveis.⁽⁶⁾

Na prática, sabemos e observamos que, apesar do fornecimento do protetor auditivo pela empresa e do “uso” dele pelo funcionário, ocorrem novos casos de perdas auditivas induzida por ruído (PAIR) ou agravamento de perdas auditivas já existentes.

A partir daí, surgiu o questionamento quanto à forma como esses protetores vêm sendo usados, bem como quanto à sua eficiência. Se teoricamente os funcionários usam o protetor constantemente, como poderiam estar ocorrendo novos casos de PAIR? É claro que o uso do protetor não significa que o mesmo esteja sendo usado de forma adequada

ou esteja bem adaptado. Nestes casos com certeza a proteção fornecida fica abaixo do proposto e do esperado.

Assim sendo, este trabalho teve como objetivo estudar o desempenho de diferentes modelos de protetores auditivos utilizado bem como verificar a alteração nos limiares de audibilidade quando usados corretamente ou incorretamente.

■ MÉTODOS

Neste estudo foram avaliados 63 indivíduos que formaram seis grupos com 13 indivíduos (G I, G II, G3 III, G IV, G V e G VI). Cada grupo testou um modelo diferente de protetor auditivo (modelos A, B, C, D, E e F), sendo que alguns indivíduos integraram mais de um grupo por terem testado dois ou mais protetores diferentes. O G I testou o modelo A, o G II testou o modelo B e assim sucessivamente.

Dos funcionários avaliados, 18 (28,5%) eram do sexo feminino e 45 (71,5%) do sexo masculino, com idades entre 18 e 50 anos. O critério utilizado para seleção dos indivíduos foi a inspeção do meato acústico externo, tendo sido selecionados apenas aqueles funcionários sem cerume ou corpo estranho no meato acústico externo. Foram eliminados do estudo aqueles indivíduos com passado otológico ou alterações de orelha média.

A avaliação foi feita em ambiente clínico, tendo sido realizada em cabina acústica, calibrada segundo norma ANSI S3.1.*

Inicialmente, foi realizada uma anamnese simples seguida da inspeção do meato acústico externo. Em seguida, foi realizada a audiometria tonal por via aérea e via óssea (nos casos necessários) e pesquisado o limiar de reconhecimento de fala (Speech Recognition Threshold – limiar de reconhecimento da fala) obedecendo aos critérios propostos por.⁽⁷⁾

Logo após, o funcionário foi submetido a audiometria tonal em campo (250 a 6.000 Hz) e SRT sem protetor. O protetor auditivo era então colocado na orelha pelo próprio funcionário, sendo observado se a colocação do protetor estava correta ou não e outra audiometria era feita. Quando, visualmente, o protetor estava posicionado de forma incorreta (um flange para fora, haste para trás etc.), a examinadora reposicionava o protetor de maneira adequada e fazia uma nova audiometria. Dessa forma, em alguns casos, o funcionário fez duas audiometrias – uma com o protetor colocado de forma incorreta e outra de forma correta.

Para análise dos resultados, o valor da mudança do limiar auditivo foi considerado como sendo a diferença entre os limiares sem e com o protetor. As mudanças de limiares encontradas, quando significativas, foram relacionadas com as atenuações sugeridas pelo certificado de aprovação do protetor auditivo fornecido pelo fabricante.

Para análise dos dados foi usada metodologia estatística. As medidas dos limiares de audibilidade, limiares de reconhecimento de fala e atenuações foram analisadas por testes não-paramétricos.

As medidas obtidas sem e com protetor auditivo em cada frequência testada, os valores dos limiares de audibilidade e de reconhecimento de fala obtidos com a colocação incorreta e correta dos protetores auditivos foram comparados pela prova de Wilcoxon.

Os equipamentos utilizados neste estudo foram o audiômetro da SD 25 (Siemens) calibrado de acordo com os padrões exigidos pela norma ISSO 8253-1; seis tipos de protetores diferentes, os quais foram fornecidos a cada funcionário pela examinadora no momento do teste: dois modelos tipo concha (um com arco tensor constituída de duas hastes metálicas – modelo A; um com arco tensor sem componentes metálicos – modelo B); dois modelos de inserção pré-moldados tamanho único (um de silicone – modelo C; um de plástico – modelo D) e dois modelos de inserção moldável tamanho único (um de espuma de poliuretano de formato cônico – modelo E; um de espuma de PVC de formato cilíndrico – modelo F).

■ RESULTADOS

Apresentaremos os resultados encontrados nas audiometrias em campo livre sem e com os protetores auditivos, bem como com o seu uso correto e incorreto.

No grupo I (Tabela 1), observamos que embora o protetor A, visualmente, tenha sido colocado corretamente (haste por cima da cabeça) por todos os funcionários, encontramos as menores alterações nos limiares de audibilidade nos indivíduos 7 e 8. Talvez isso possa ser explicado pelo fato de a haste ter componentes metálicos para dar maior ou menor tensão ao arco quando ajustado. O que pode ter ocorrido é que o arco não estivesse com tensão suficiente para dar a atenuação desejada.

Devemos considerar ainda que existem variações individuais quanto ao tamanho de cabeça, das orelhas e às características anatômicas, o que pode dificultar a adaptação dos protetores, comprometendo assim a atenuação oferecida por eles.^(1,3)

No grupo II (Tabela 2), visualmente, o protetor B também foi colocado corretamente (haste por cima da cabeça) por todos os funcionários, tendo sido observada uma considerável mudança nos limiares de audibilidade em todos os funcionários. Não houve variações quanto à tensão do arco pois este modelo de protetor não possui componentes metálicos, o que dificulta o seu alargamento.

No grupo III, observamos que embora o protetor fosse de fácil colocação, quase 55% dos funcionários testados usaram o protetor de forma incorreta (com um flange para fora do conduto), o que diminuiu muito a proteção ofereci-

*American National Standards Institute. Maximum permissible ambient noise for audiometric testing ANSI S3. 1, 1991. New York: American National Standards Institute, 1991.

Tabela 1. Limiares de audibilidade (dB) obtidos em campo livre sem e com protetores auditivos (visualmente colocados corretamente) por frequência (Hz) no grupo I (N = 13) – protetor modelo A

| Indivíduos | Limiares por frequência (dB) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 250 | | 500 | | 1.000 | | 2.000 | | 3.000 | | 4.000 | | 6.000 | |
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| 1 | 0 | 10 | 5 | 20 | 0 | 35 | 0 | 30 | 0 | 20 | 5 | 25 | 5 | 15 |
| 2 | 0 | 15 | 10 | 25 | 5 | 30 | 5 | 45 | 10 | 40 | 10 | 40 | -5 | 20 |
| 3 | 5 | 10 | 5 | 25 | 5 | 35 | 5 | 35 | 5 | 40 | 15 | 40 | 10 | 20 |
| 4 | 5 | 10 | 10 | 15 | 5 | 20 | 0 | 30 | 10 | 30 | 20 | 45 | 15 | 30 |
| 5 | 5 | 15 | 5 | 15 | 0 | 25 | 5 | 25 | 10 | 35 | 15 | 35 | 10 | 30 |
| 6 | 0 | 10 | 5 | 20 | 0 | 25 | 0 | 40 | 5 | 40 | 10 | 40 | 10 | 30 |
| 7 | 15 | 15 | 15 | 25 | 5 | 25 | 5 | 30 | 10 | 35 | 10 | 35 | 0 | 10 |
| 8 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 20 | 5 | 40 | 5 | 25 | 10 | 30 | 0 | 20 |
| 9 | 5 | 15 | 10 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 5 | 40 | 5 | 40 | 0 | 20 |
| 10 | 5 | 20 | 10 | 30 | 5 | 30 | 10 | 40 | 15 | 55 | 10 | 40 | 5 | 35 |
| 11 | 10 | 15 | 15 | 30 | 5 | 30 | 10 | 55 | 15 | 45 | 15 | 50 | 20 | 20 |
| 12 | 5 | 15 | 5 | 20 | 5 | 25 | 10 | 35 | 10 | 35 | 10 | 35 | 5 | 40 |
| 13 | 0 | 10 | 10 | 25 | 5 | 25 | 5 | 45 | 10 | 45 | 10 | 30 | 0 | 20 |
| Média | 4,6 | 13,0 | 9,2 | 22,3 | 3,0 | 26,5 | 4,6 | 36,1 | 8,4 | 37,3 | 11,1 | 37,3 | 5,7 | 23,8 |
| Desvio padrão | 4,3 | 3,2 | 4,0 | 4,8 | 2,5 | 5,1 | 3,8 | 9,3 | 4,2 | 9,0 | 4,1 | 6,6 | 7,0 | 8,4 |
| Mediana | 5,0 | 15,0 | 10,0 | 20,0 | 5,0 | 25,0 | 5,0 | 35,0 | 10,0 | 40,0 | 10,0 | 40,0 | 5,0 | 20,0 |

Tabela 2. Limiares de audibilidade (dB) obtidos em campo livre sem e com protetores auditivos (visualmente colocados corretamente) por frequência (Hz) no grupo II (N = 13) – protetor modelo B

| Indivíduos | Limiares por frequência (dB) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 250 | | 500 | | 1.000 | | 2.000 | | 3.000 | | 4.000 | | 6.000 | |
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| 1 | 0 | 20 | 5 | 25 | 0 | 35 | 0 | 30 | 0 | 25 | 5 | 35 | 5 | 25 |
| 2 | 15 | 40 | 15 | 45 | 10 | 45 | 5 | 35 | 5 | 35 | 15 | 40 | 15 | 40 |
| 3 | 10 | 25 | 10 | 35 | 10 | 35 | 10 | 35 | 5 | 35 | 10 | 40 | 15 | 50 |
| 4 | 5 | 15 | 10 | 30 | 5 | 40 | 5 | 35 | 15 | 45 | 20 | 50 | 5 | 35 |
| 5 | 5 | 25 | 10 | 40 | 5 | 40 | 15 | 50 | 10 | 55 | 10 | 50 | 5 | 45 |
| 6 | 10 | 30 | 20 | 55 | 10 | 45 | 15 | 40 | 20 | 65 | 55 | 90 | 40 | 70 |
| 7 | 5 | 25 | 10 | 30 | 5 | 30 | 5 | 35 | 20 | 55 | 15 | 45 | 10 | 35 |
| 8 | 15 | 25 | 20 | 45 | 10 | 45 | 10 | 45 | 10 | 50 | 15 | 40 | 5 | 35 |
| 9 | 15 | 35 | 15 | 30 | 10 | 35 | 10 | 35 | 20 | 50 | 20 | 40 | 15 | 35 |
| 10 | 5 | 15 | 10 | 35 | 0 | 25 | 0 | 35 | 0 | 45 | 5 | 45 | 10 | 45 |
| 11 | 5 | 20 | 5 | 30 | 0 | 35 | 5 | 45 | 5 | 45 | 15 | 45 | 15 | 50 |
| 12 | 15 | 35 | 15 | 50 | 5 | 45 | 5 | 40 | 10 | 55 | 10 | 40 | 5 | 35 |
| 13 | 5 | 25 | 15 | 40 | 0 | 30 | 5 | 30 | 10 | 40 | 5 | 35 | 0 | 40 |
| Média | 8,4 | 25,7 | 12,3 | 37,6 | 5,3 | 37,3 | 6,9 | 37,6 | 10,0 | 46,1 | 15,3 | 45,7 | 11,1 | 41,5 |
| Desvio padrão | 5,1 | 7,6 | 4,8 | 9,0 | 4,6 | 6,6 | 4,8 | 5,9 | 7,0 | 10,6 | 12,9 | 14,1 | 10,0 | 11,0 |
| Mediana | 5,0 | 25,0 | 10,0 | 35,0 | 5,0 | 35,0 | 5,0 | 35,0 | 10,0 | 45,0 | 15,0 | 40,0 | 10,0 | 40,0 |

Tabela 3. Limiares de audibilidade (dB) obtidos em campo livre sem e com protetores auditivos (visualmente colocados corretamente) por frequência (Hz) no Grupo III (N = 13) – protetor modelo C

| Indivíduos | Limiares por frequência (dB) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 250 | | 500 | | 1.000 | | 2.000 | | 3.000 | | 4.000 | | 6.000 | |
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| 1 | 10 | 25 | 10 | 25 | 0 | 20 | 5 | 35 | 5 | 35 | 10 | 35 | 5 | 35 |
| 2 | 10 | 20 | 15 | 25 | 10 | 25 | 15 | 40 | 20 | 45 | 25 | 40 | 15 | 40 |
| 3 | 5 | 30 | 5 | 30 | 0 | 25 | 10 | 35 | 10 | 40 | 10 | 40 | 5 | 45 |
| 4 | 5 | 30 | 15 | 45 | 10 | 35 | 5 | 40 | 5 | 35 | 15 | 45 | 10 | 45 |
| 5 | 15 | 25 | 20 | 30 | 5 | 20 | 5 | 25 | 5 | 30 | 15 | 35 | 5 | 25 |
| 6 | 5 | 20 | 5 | 25 | 0 | 15 | 5 | 35 | 15 | 45 | 15 | 40 | 20 | 50 |
| 7 | 5 | 15 | 10 | 20 | 0 | 30 | 0 | 30 | 10 | 40 | 10 | 40 | 5 | 40 |
| 8 | 5 | 20 | 15 | 30 | 5 | 20 | 5 | 35 | 10 | 50 | 15 | 45 | 30 | 60 |
| 9 | 10 | 25 | 15 | 40 | 5 | 25 | 10 | 35 | 10 | 45 | 10 | 50 | 5 | 40 |
| 10 | 10 | 35 | 15 | 40 | 5 | 35 | 0 | 40 | 5 | 45 | 5 | 35 | 5 | 50 |
| 11 | 5 | 25 | 10 | 30 | 5 | 15 | 5 | 30 | 20 | 50 | 15 | 70 | 10 | 55 |
| 12 | 5 | 20 | 10 | 30 | 0 | 15 | 0 | 30 | 0 | 35 | 5 | 40 | 10 | 50 |
| 13 | 5 | 15 | 10 | 25 | 5 | 20 | 0 | 30 | 10 | 35 | 10 | 30 | 15 | 45 |
| Média | 7,3 | 23,4 | 11,9 | 30,3 | 3,8 | 23,0 | 5,0 | 33,8 | 9,6 | 40,7 | 12,3 | 41,9 | 10,7 | 44,6 |
| Desvio padrão | 3,3 | 5,9 | 4,3 | 7,2 | 3,6 | 6,9 | 4,5 | 4,6 | 5,9 | 6,4 | 5,2 | 9,4 | 7,6 | 9,0 |
| Mediana | 5,0 | 25,0 | 10,0 | 30,0 | 5,0 | 20,0 | 5,0 | 35,0 | 10,0 | 40,0 | 10,0 | 40,0 | 10,0 | 45,0 |

da pelo protetor. Quando mal adaptado, há sempre uma diminuição considerável da atenuação oferecida pelo protetor.^(5-6,8) A colocação incorreta pode ocorrer devido ao desconforto, o treinamento insuficiente ou a outros problemas de uso.⁽¹⁾ Mesmo de forma incorreta, os funcionários acreditam que o protetor está protegendo a sua audição, o que efetivamente não está ocorrendo (indivíduos 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10). Quando bem colocado, foi observado ainda que o protetor C provocou uma considerável mudança no limiar de audibilidade, conforme nos mostra a Tabela 3.

No grupo IV, sendo o protetor de fácil colocação, o que mais chamou a nossa atenção foi o fato de que, mesmo o protetor tendo sido colocado corretamente (os três flanges no conduto), quase 50% dos funcionários tiveram uma baixa atenuação com esse modelo de protetor (indivíduos 4, 5, 8, 10, 11 e 13). Isto talvez possa ser explicado pelo fato de que, embora o protetor seja de tamanho único, sua adaptação não se adaptou satisfatoriamente a todos os tamanhos de meato acústico. Isto vai ao encontro de achados que postulam que nenhum dos chamados plugues "universais" podem realmente se adaptar a todos os indivíduos.⁽³⁾ Quando bem adaptado ao meato acústico, o protetor D provocou uma considerável mudança no limiar de audibilidade (Tabela 4).

Nos grupos V e VI, verificamos que embora os funcionários apresentassem um pouco mais de dificuldade na colocação, devido ao fato de o protetor se expandir antes de estar na posição correta, apenas 30% o fizeram de forma incorreta, o que compromete sua atenuação (indivíduos 3,

5, 6 e 7 no grupo V e indivíduos 2, 7, 9 e 12 no grupo VI) (Tabelas 5 e 6). Quando bem colocados apresentaram boa proteção, concordando com outros trabalhos.⁽⁸⁾

Há indicações de que a proteção fornecida pelos protetores moldáveis é melhor do que a oferecida pelos plugues pré-moldados, o que também podemos constatar neste estudo.⁽⁹⁾

Embora o protetor tenha a função de proteger a orelha interna diminuindo a intensidade sonora que a atinge,^(5,10-11) quando mal adaptados, independentemente do tipo do protetor, há uma diminuição considerável da proteção (atenuação) oferecida. Isto pode ser observado em todos os grupos avaliados.

Pela prova de Wilcoxon, a comparação entre os limiares tonais obtidos em campo livre sem e com protetor auditivo mostrou que em todas as frequências testadas o uso correto do protetor, aumentou significativamente os limiares tonais, isto é, a mudança do limiar com protetor foi estatisticamente significativa, resultado observado com todos os protetores utilizados (Tabelas 1 a 6).

Com relação à comparação entre os limiares de reconhecimento de fala obtidos em campo livre sem e com protetor auditivo, a análise estatística demonstrou que o uso correto do protetor aumentou significativamente os limiares de reconhecimento de fala, isto é, a mudança do limiar obtida com o uso do protetor foi estatisticamente significativa, resultado observado com todos os tipos de protetores (Tabela 7).

Tabela 4. Limiares de audibilidade (dB) obtidos em campo livre sem e com protetores auditivos (visualmente colocados corretamente) por frequência (Hz) no grupo IV (N = 13) – protetor modelo D

| Indivíduos | Limiares por frequência (dB) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 250 | | 500 | | 1.000 | | 2.000 | | 3.000 | | 4.000 | | 6.000 | |
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| 1 | 0 | 40 | 5 | 45 | 0 | 35 | 0 | 35 | 0 | 35 | 5 | 45 | 5 | 45 |
| 2 | 10 | 20 | 15 | 25 | 15 | 30 | 10 | 25 | 10 | 35 | 20 | 40 | 5 | 20 |
| 3 | 10 | 25 | 10 | 30 | 10 | 25 | 10 | 30 | 10 | 50 | 15 | 50 | 10 | 35 |
| 4 | 10 | 15 | 10 | 20 | 0 | 10 | 5 | 30 | 5 | 40 | 15 | 40 | 10 | 35 |
| 5 | 0 | 5 | 10 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 20 | 40 | 30 | 55 | 5 | 10 |
| 6 | 15 | 40 | 15 | 50 | 5 | 35 | 5 | 40 | 15 | 65 | 45 | 90 | 30 | 70 |
| 7 | 10 | 25 | 15 | 30 | 10 | 30 | 0 | 25 | 5 | 40 | 10 | 45 | 5 | 40 |
| 8 | 10 | 15 | 15 | 15 | 5 | 10 | 10 | 30 | 10 | 35 | 5 | 25 | 5 | 30 |
| 9 | 10 | 30 | 15 | 35 | 5 | 30 | 5 | 30 | 10 | 45 | 10 | 35 | 0 | 35 |
| 10 | 5 | 5 | 10 | 10 | 5 | 5 | 0 | 25 | 0 | 30 | 5 | 30 | 10 | 20 |
| 11 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | 20 | 5 | 15 |
| 12 | 10 | 20 | 5 | 30 | 0 | 15 | 5 | 30 | 10 | 35 | 10 | 30 | 5 | 30 |
| 13 | 5 | 5 | 10 | 10 | 5 | 5 | 0 | 10 | 10 | 20 | 10 | 15 | 15 | 25 |
| Média | 7,6 | 19,2 | 10,7 | 24,2 | 5,0 | 18,8 | 4,6 | 25,3 | 8,8 | 37,6 | 14,6 | 40,0 | 8,4 | 31,5 |
| Desvio padrão | 4,3 | 12,5 | 4,0 | 14,1 | 4,5 | 12,1 | 4,3 | 9,6 | 5,4 | 11,8 | 11,4 | 19,0 | 7,4 | 15,3 |
| Mediana | 10,0 | 20,0 | 10,0 | 25,0 | 5,0 | 15,0 | 5,0 | 30,0 | 10,0 | 35,0 | 10,0 | 40,0 | 5,0 | 30,0 |

Tabela 5. Limiares de audibilidade (dB) obtidos em campo livre sem e com protetores auditivos (visualmente colocados corretamente) por frequência (Hz) no Grupo V (N = 13) – protetor modelo E

| Indivíduos | Limiares por frequência (dB) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 250 | | 500 | | 1.000 | | 2.000 | | 3.000 | | 4.000 | | 6.000 | |
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| 5.1 | 0 | 25 | 5 | 30 | 0 | 30 | 0 | 35 | 0 | 30 | 5 | 40 | 5 | 35 |
| 5.2 | 0 | 15 | 10 | 45 | 0 | 40 | 5 | 40 | 15 | 45 | 20 | 50 | 15 | 50 |
| 5.3 | 10 | 25 | 10 | 35 | 0 | 20 | 5 | 35 | 10 | 45 | 10 | 45 | 0 | 35 |
| 5.4 | 10 | 30 | 15 | 35 | 5 | 35 | 10 | 40 | 5 | 55 | 15 | 60 | 5 | 55 |
| 5.5 | 5 | 20 | 10 | 30 | 0 | 25 | 10 | 40 | 5 | 45 | 5 | 50 | 0 | 40 |
| 5.6 | 10 | 30 | 20 | 40 | 0 | 30 | 10 | 55 | 5 | 50 | 20 | 65 | 20 | 60 |
| 5.7 | 10 | 30 | 10 | 35 | 0 | 25 | 5 | 30 | 10 | 50 | 10 | 50 | 5 | 45 |
| 5.8 | 5 | 25 | 10 | 30 | 10 | 25 | 5 | 45 | 5 | 55 | 25 | 60 | 10 | 50 |
| 5.9 | 5 | 15 | 15 | 25 | 0 | 15 | 5 | 35 | 5 | 40 | 10 | 45 | 0 | 45 |
| 5.10 | 10 | 20 | 15 | 30 | 5 | 20 | 10 | 40 | 10 | 50 | 5 | 45 | 5 | 40 |
| 5.11 | 15 | 20 | 15 | 25 | 5 | 25 | 5 | 30 | 10 | 40 | 10 | 40 | 5 | 35 |
| 5.12 | 5 | 15 | 15 | 25 | 0 | 20 | 0 | 30 | 10 | 45 | 20 | 55 | 5 | 30 |
| 5.13 | 15 | 35 | 20 | 45 | 15 | 40 | 25 | 60 | 20 | 55 | 10 | 55 | 5 | 50 |
| Média | 7,6 | 23,4 | 13,0 | 33,0 | 3,0 | 26,9 | 7,3 | 39,6 | 8,4 | 46,5 | 12,6 | 50,7 | 6,1 | 43,8 |
| Desvio Padrão | 4,8 | 6,5 | 4,3 | 6,9 | 4,8 | 7,7 | 6,3 | 9,2 | 5,1 | 7,1 | 6,6 | 7,8 | 5,8 | 8,9 |
| Mediana | 10,0 | 25,0 | 15,0 | 30,0 | 0,0 | 25,0 | 5,0 | 40,0 | 10,0 | 45,0 | 10,0 | 50,0 | 5,0 | 45,0 |

Tabela 6. Limiares de audibilidade (dB) obtidos em campo livre sem e com protetores auditivos (visualmente colocados corretamente) por frequência (Hz) no grupo VI (N = 13) – protetor modelo F

| Indivíduos | Limiares por frequência (dB) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 250 | | 500 | | 1.000 | | 2.000 | | 3.000 | | 4.000 | | 6.000 | |
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| 1 | 5 | 15 | 10 | 25 | 5 | 20 | 5 | 30 | 0 | 35 | 10 | 30 | 5 | 30 |
| 2 | 5 | 15 | 10 | 25 | 5 | 20 | 10 | 40 | 15 | 55 | 10 | 45 | 5 | 45 |
| 3 | 5 | 15 | 5 | 20 | 5 | 20 | 10 | 35 | 10 | 45 | 10 | 45 | 5 | 50 |
| 4 | 5 | 20 | 10 | 25 | 10 | 25 | 5 | 35 | 10 | 50 | 15 | 55 | 10 | 50 |
| 5 | 5 | 25 | 10 | 30 | 0 | 20 | 0 | 35 | 25 | 70 | 25 | 60 | 20 | 70 |
| 6 | 10 | 25 | 15 | 30 | 5 | 25 | 5 | 40 | 15 | 50 | 10 | 45 | 10 | 45 |
| 7 | 10 | 20 | 20 | 35 | 0 | 20 | 5 | 40 | 5 | 55 | 10 | 40 | 5 | 40 |
| 8 | 15 | 20 | 20 | 25 | 15 | 30 | 20 | 35 | 10 | 40 | 15 | 35 | 10 | 50 |
| 9 | 5 | 20 | 10 | 30 | 0 | 20 | 0 | 35 | 15 | 60 | 25 | 70 | 15 | 55 |
| 10 | 10 | 25 | 15 | 25 | 0 | 15 | 5 | 40 | 5 | 40 | 10 | 45 | 5 | 30 |
| 11 | 15 | 25 | 15 | 25 | 5 | 25 | 5 | 35 | 10 | 50 | 15 | 55 | 10 | 55 |
| 12 | 10 | 35 | 5 | 35 | 0 | 20 | 5 | 45 | 10 | 55 | 10 | 50 | 5 | 55 |
| 13 | 15 | 25 | 20 | 35 | 15 | 30 | 25 | 45 | 20 | 45 | 10 | 45 | 5 | 40 |
| Média | 8,8 | 21,9 | 12,6 | 28,0 | 5,0 | 22,3 | 7,6 | 37,6 | 11,5 | 50,0 | 13,4 | 47,6 | 8,4 | 47,3 |
| Desvio Padrão | 4,1 | 5,6 | 5,2 | 4,8 | 5,4 | 4,3 | 7,2 | 4,3 | 6,5 | 9,3 | 5,5 | 10,5 | 4,7 | 10,9 |
| Mediana | 10,0 | 20,0 | 10,0 | 25,0 | 5,0 | 20,0 | 5,0 | 35,0 | 10,0 | 50,0 | 10,0 | 45,0 | 5,0 | 50,0 |

Tabela 7. Limiares de reconhecimento de fala (dB) obtidos em campo livre sem e com protetores auditivos (visualmente colocados corretamente) por grupo

| Indivíduos | Limiares de reconhecimento de fala por grupo (dB) | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|------|------|------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|
| | G I | | G II | | G III | | G IV | | G V | | G VI | |
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| 1 | 0 | 35 | 0 | 45 | 0 | 30 | 0 | 50 | 0 | 50 | 5 | 40 |
| 2 | 5 | 40 | 10 | 45 | 10 | 45 | 15 | 40 | 0 | 50 | 5 | 45 |
| 3 | 5 | 40 | 10 | 40 | 0 | 45 | 10 | 55 | 0 | 45 | 5 | 45 |
| 4 | 5 | 35 | 5 | 45 | 10 | 60 | 5 | 10 | 5 | 55 | 5 | 45 |
| 5 | 0 | 35 | 5 | 60 | 5 | 35 | 10 | 10 | 0 | 45 | 0 | 40 |
| 6 | 0 | 20 | 10 | 60 | 0 | 35 | 5 | 60 | 5 | 50 | 5 | 50 |
| 7 | 15 | 25 | 5 | 50 | 0 | 35 | 5 | 50 | 5 | 50 | 5 | 45 |
| 8 | 10 | 20 | 10 | 60 | 5 | 40 | 15 | 15 | 5 | 55 | 15 | 40 |
| 9 | 10 | 20 | 10 | 55 | 5 | 50 | 5 | 45 | 0 | 40 | 0 | 40 |
| 10 | 5 | 50 | 0 | 45 | 5 | 55 | 10 | 10 | 5 | 40 | 0 | 45 |
| 11 | 5 | 50 | 0 | 50 | 5 | 45 | 5 | 5 | 5 | 50 | 5 | 50 |
| 12 | 5 | 40 | 5 | 60 | 0 | 30 | 10 | 15 | 0 | 40 | 0 | 50 |
| 13 | 5 | 35 | 0 | 50 | 0 | 35 | 10 | 10 | 15 | 70 | 15 | 60 |
| Média | 5,3 | 34,2 | 5,3 | 51,1 | 3,4 | 41,5 | 8,0 | 28,8 | 3,4 | 49,2 | 5,0 | 45,7 |
| Desvio padrão | 4,3 | 10,3 | 4,3 | 7,1 | 3,7 | 9,4 | 4,3 | 21,0 | 4,2 | 8,1 | 5,0 | 5,7 |
| Mediana | 5,0 | 35,0 | 5,0 | 50,0 | 5,0 | 40,0 | 10,0 | 15,0 | 5,0 | 50,0 | 5,0 | 45,0 |

Tabela 8. Valores da mudança do limiar tonal (dB) e de reconhecimento de fala com uso dos protetores auditivos tipo plugue (visualmente colocados correta e incorretamente) por frequência (Hz) nos grupos III, IV, V e VI (G III e G IV: plugue pré-moldado – 1 flange para fora; G V e G VI: plugue moldável – um pouco para fora)

| <i>Mudança do limiar tonal por frequência (db) e de reconhecimento de fala (dB)</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 250 | | 500 | | 1.000 | | 2.000 | | 3.000 | | 4.000 | | 6.000 | | SRT | |
| <i>Indivíduos</i> | <i>Corr.</i> | <i>Incor</i> | <i>Corr.</i> | <i>Incor</i> | <i>Corr.</i> | <i>Incor</i> | <i>Corr.</i> | <i>Incor</i> | <i>Corr.</i> | <i>Incor</i> | <i>Corr.</i> | <i>Incor</i> | <i>Corr.</i> | <i>Incor</i> | <i>Corr.</i> | <i>Incor</i> |
| GII | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 25 | 0 | 25 | 0 | 25 | 5 | 25 | 5 | 30 | 10 | 30 | 10 | 40 | 0 | 45 | 0 |
| 4 | 25 | 10 | 30 | 10 | 25 | 10 | 35 | 20 | 30 | 20 | 30 | 15 | 35 | 5 | 50 | 15 |
| 6 | 15 | 5 | 20 | 0 | 15 | 0 | 30 | 0 | 30 | 5 | 25 | 5 | 30 | 0 | 35 | 0 |
| 7 | 10 | 0 | 10 | 0 | 30 | 0 | 30 | 10 | 30 | 5 | 30 | 10 | 35 | 0 | 35 | 0 |
| 8 | 15 | 0 | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 5 | 40 | 10 | 30 | 5 | 30 | 0 | 35 | 0 |
| 9 | 15 | 0 | 20 | 5 | 20 | 0 | 25 | 0 | 35 | 15 | 40 | 15 | 35 | 5 | 45 | 0 |
| 10 | 25 | 0 | 25 | 5 | 30 | 5 | 40 | 15 | 40 | 15 | 30 | 5 | 45 | 10 | 50 | 0 |
| GIV | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 40 | 0 | 40 | 0 | 35 | 0 | 35 | 5 | 35 | 15 | 40 | 10 | 40 | 5 | 50 | 0 |
| 7 | 15 | 0 | 15 | 0 | 20 | 0 | 25 | 0 | 35 | 5 | 35 | 10 | 35 | 5 | 45 | 0 |
| 9 | 20 | 5 | 20 | 5 | 25 | 5 | 25 | 0 | 35 | 5 | 25 | 5 | 35 | 5 | 40 | 5 |
| GV | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 15 | 0 | 25 | 0 | 20 | 0 | 30 | 15 | 35 | 10 | 35 | 10 | 35 | 5 | 45 | 0 |
| 5 | 15 | 10 | 20 | 10 | 25 | 10 | 30 | 30 | 40 | 40 | 45 | 35 | 40 | 45 | 45 | 20 |
| 6 | 20 | 5 | 20 | 5 | 30 | 5 | 45 | 5 | 45 | 15 | 45 | 10 | 40 | 5 | 45 | 0 |
| 7 | 20 | 15 | 25 | 15 | 25 | 20 | 25 | 25 | 40 | 35 | 40 | 30 | 40 | 25 | 45 | 5 |
| GVI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 10 | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 30 | 15 | 40 | 20 | 35 | 20 | 40 | 15 | 40 | 0 |
| 7 | 10 | 0 | 15 | 0 | 20 | 10 | 35 | 15 | 50 | 25 | 30 | 15 | 35 | 15 | 45 | 0 |
| 9 | 15 | 5 | 20 | 5 | 20 | 5 | 35 | 15 | 45 | 25 | 45 | 30 | 40 | 20 | 40 | 0 |
| 12 | 25 | 10 | 30 | 15 | 20 | 10 | 40 | 30 | 45 | 30 | 40 | 25 | 50 | 30 | 40 | 0 |
| Média | 18,6 | 3,8 | 21,6 | 4,4 | 23,0 | 5,0 | 31,6 | 11,6 | 37,7 | 16,9 | 35,0 | 14,7 | 37,7 | 10,8 | 43,0 | 2,5 |

Como alguns indivíduos utilizaram o protetor auditivo de forma incorreta, foram comparados os limiares de audibilidade obtidos em campo livre com protetores auditivos tipo plugue colocados de forma incorreta e correta, pois foram apenas esses modelos que apresentaram visualmente problemas quanto a sua colocação.

A comparação dessas duas situações mostrou variação estatisticamente significativa com a colocação correta do protetor, aumentando os limiares tonais em todas as frequências testadas.

Esse resultado pode ser visto na Tabela-8 demonstrando que o uso incorreto praticamente não provocou mudança nos limiares tonais. Dessa forma, observou-se que, quando usado incorretamente, o dispositivo não protegeu a audição de forma satisfatória.

Esses achados também foram observados com relação aos limiares de reconhecimento de fala (Tabela 8), mostran-

do que o uso incorreto praticamente não provocou mudanças nos limiares para fala nos casos estudados.

Fazendo uma análise por frequência (Tabela 9), observamos que, para cada protetor, as três frequências em que ocorreram maiores mudanças nos limiares tonais foram, respectivamente:

- modelo A (concha com haste metálica) – frequências de 2.000, 3.000 e 4.000Hz;
- modelo B (concha com haste plástica) – frequências de 3.000, 1.000 e 2.000 Hz;
- modelo C (plugue pré-moldado de silicone) – frequências de 6.000, 3.000 e 4.000 Hz;
- modelo D (plugue pré-moldado de plástico) – frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz;
- modelo E (plugue moldável de espuma de PU) – frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz.
- modelo F (plugue moldável de espuma de PVC) – frequências de 6.000, 3.000 e 4.000 Hz

Tabela 9. Comparação entre a atenuação proposta pelos fabricantes em cada frequência, segundo o certificado de aprovação, e as mudanças nos limiares tonais ocorridas com cada modelo de protetor

| | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MODELO A – NRR = 19 | | | | | | | | |
| Frequência (Hz) | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 3.000 | 4.000 | 6.000 | Média |
| Atenuação (dB) | 23,0 | 27,0 | 39,0 | 42,0 | 36,0 | 34,0 | 35,0 | 33,7 |
| Mudança no limiar (dB) | 8,07 | 13,07 | 23,46 | 31,53 | 28,84 | 26,15 | 18,07 | 21,3 |
| MODELO B – NRR = 25 | | | | | | | | |
| Frequência (Hz) | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 3.150 | 4.000 | 6.300 | Média |
| Atenuação (dB) | 20,6 | 34,0 | 45,0 | 42,5 | 36,8 | 30,3 | 36,0 | 35,0 |
| Mudança no limiar (dB) | 17,30 | 25,38 | 31,92 | 30,76 | 36,15 | 30,38 | 29,61 | 28,73 |
| MODELO C – NRR = 21 | | | | | | | | |
| Frequência (Hz) | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 3.150 | 4.000 | 6.300 | Média |
| Atenuação (dB) | 33 | 34,4 | 31,2 | 33,3 | 37,4 | 37,6 | 41,4 | 35,4 |
| Mudança no limiar (dB) | 16,15 | 18,07 | 19,23 | 28,84 | 31,15 | 29,61 | 33,84 | 25,2 |
| MODELO D – NRR = 27 | | | | | | | | |
| Frequência (Hz) | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 3.150 | 4.000 | 6.300 | Média |
| Atenuação (dB) | 24,8 | 28,9 | 31,8 | 35,4 | 40,5 | 43,1 | 40,1 | 34,9 |
| Mudança no limiar (dB) | 11,53 | 13,46 | 13,84 | 20,76 | 28,84 | 25,38 | 23,07 | 19,5 |
| MODELO E – NRR = 29 | | | | | | | | |
| Frequência (Hz) | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 3.150 | 4.000 | 6.300 | Média |
| Atenuação (dB) | 38 | 37,2 | 36,7 | 35,8 | 40,3 | 40,7 | 41,3 | 28,5 |
| Mudança no limiar (dB) | 15,76 | 19,61 | 23,84 | 32,30 | 38,07 | 38,07 | 37,69 | 29,3 |
| MODELO F – NRR = 35 | | | | | | | | |
| Frequência (Hz) | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 3.150 | 4.000 | 6.300 | Média |
| Atenuação (dB) | 31,3 | 34,1 | 34 | 35,5 | 40,8 | 41,9 | 39,9 | 36,7 |
| Mudança no limiar (dB) | 13,07 | 15,38 | 17,30 | 30,00 | 38,46 | 34,23 | 38,84 | 26,7 |

Dessa forma, verificamos que as maiores mudanças nos limiares tonais ocorreram, principalmente, nas altas frequências (3.000, 4.000 e 6.000 Hz), tendo ocorrido em 3.000 Hz com todos os protetores testados. Em outro estudo com protetores de inserção, concluiu-se que os valores de atenuação nas altas frequências foram maiores do que para as baixas frequências.⁽¹²⁾

Verificamos ainda a existência ou não de uma relação entre a maior atenuação proposta e a ocorrência de maior mudança no limiar tonal. Pudemos observar que apenas para os protetores A e C houve coincidência de a maior mudança no limiar ocorrer para a frequência com maior atenuação proposta. Para o protetor A, a maior mudança no limiar tonal ocorreu para a frequência de 2.000 Hz e para o protetor C ocorreu em 6.000 Hz.

Se considerarmos, para cada protetor, a média das mudanças nos limiares de audibilidade ocorridas, verificamos que, de forma geral, o protetor que provocou maiores mudanças tanto nos limiares tonais como nos limiares de reconhecimento de fala foi o modelo E, seguido pelo B e depois pelo F. Este achado vai ao encontro de outro estudo

onde se observou que, em geral, os protetores de inserção moldáveis e tipo concha fornecem uma atenuação melhor do que os protetores de inserção pré-moldados.⁽⁸⁾

Devemos lembrar que este trabalho não teve como finalidade questionar as atenuações propostas pelos fabricantes e muito menos a efetividade dos protetores usados neste estudo, pois temos ciência de que as atenuações são obtidas em laboratórios especializados e salas acusticamente tratadas seguindo normas e padrões nacionais e internacionais.⁽¹¹⁾ Queremos sim questionar a forma como os protetores auditivos podem e vêm sendo usados pelos funcionários, o que muitas vezes limita a sua eficácia e ilude os funcionários que acreditam que pelo simples fato de estarem usando o protetor auditivo – mesmo de forma inadequada – estão protegendo sua audição dos efeitos lesivos do ruído.

Assim sendo, salientamos mais uma vez que, mesmo sendo o protetor auditivo uma medida paliativa para a redução do ruído, não deve ser distribuído aos funcionários de forma aleatória. Mais que isso, deve ser uma das etapas de um Programa de Conservação Auditiva (PCA) bem estruturado e consciente em que a seleção, a compra e a distribuição dos

protetores aos funcionários devam seguir alguns critérios e considerar alguns fatores como a atenuação "real" (na prática a proteção oferecida pelos protetores é sempre menor do que a proposta pelos fabricantes), conforto, facilidade de uso, tamanho, adequação, compatibilidade, preferência pessoal, custo, durabilidade além do nível de ruído no qual o usuário do protetor trabalha.

Além disso, nenhum protetor deve ser entregue ao usuário sem antes se explicar o que é, para que serve, como é usado, quais os cuidados, ou seja, orientações e treinamentos individuais e cuidadosos devem ser conduzidos pela empresa. Dessa forma, esses procedimentos de "pré-uso" em conjunto com um programa de educação e motivação podem significar considerável melhora na utilização e conseqüentemente no desempenho dos protetores.

■ CONCLUSÕES

Pela análise dos dados, concluímos que:

1. Quando bem adaptados e corretamente colocados, todos os modelos de protetores testados provocaram

mudanças estatisticamente significativas nos limiares tonais e de reconhecimento da fala.

2. Quando usados de forma incorreta, as mudanças nos limiares tonais e de reconhecimento da fala foram quase inexistentes.
3. As maiores alterações nos limiares tonais ocorreram nas altas frequências, principalmente em 3.000, 4.000 e 6.000 Hz, com 66% dos protetores testados, sendo que foram observadas mudanças nos limiares tonais em 3.000 Hz com todos os modelos de protetor auditivo utilizados.
4. Não foi observada uma relação direta entre a maior atenuação proposta provocar a maior mudança no limiar tonal.
5. Considerando a média das mudanças ocorridas tanto nos limiares tonais como nos de reconhecimento da fala, o protetor que, de forma geral, provocou maior mudança no limiar foi o plugue moldável de espuma de poliuretano (modelo E).

ABSTRACT

Introduction: the attached study was based on the determination of hearing threshold levels with and without hearing protectors, placed correctly or incorrectly, as worn by employees. **Purpose:** the aim of this study was to analyze the performance of different hearing protectors. **Methods:** a total of sixty-three employees divided in six groups were evaluated. Each group wore a different type of hearing protector (two earmuffs, two premolded earplugs, two formable earplugs). The employees were submitted to free field test – pure tone threshold (250 to 6.000 Hz) and speech reception threshold with and without protector. The protectors were placed by the employee and the correctness of such use was observed. The variation of the threshold was considered as the difference between the hearing threshold level with and without the protectors.

Results: statistical analysis indicated that when the protectors were properly worn, all protectors caused a significant hearing threshold variation. When worn incorrectly, the variation was almost no existent. It was observed that the greatest threshold variation occurred in high frequencies (3000, 4000 and 6000 Hz) and that the formable earplug (model E) caused the greater hearing threshold variation. **Conclusions:** the tested protectors' models carried out the protection function, when used correctly. The best model was the protecting formable earplug (model E). We didn't observe a direct relation between the largest attenuation and the largest change in the tonal threshold.

Keywords: hearing/physiology; auditory threshold; ear protective devices; audiometry; occupational noise; occupational health.

■ REFERÊNCIAS

1. Berger EH. Hearing protection devices. In: Berger EH, editor. Noise & hearing conservation manual. 4th ed. Washington: American Industrial Hygiene Association; 1986. p. 320-81.
2. Berger EH. Hearing protector performance: how they work and what goes wrong in the real world. Washington: Earlog; 1980.
3. Kwitko A. EPIs Auditivos In: Kwitko A. Tópicos em Audiometria industrial e conservação auditiva. São Paulo: CIPA; 1993. p. 62-7.
4. Gerges SNY. Protetores auditivos. In: Vieira SI, coordenador. Medicina básica do trabalho. 2a. ed. Curitiba: Gênese; 1996. p. 155-84.
5. Royster JD, Royster LH. Hearing protection In: Royster JD, Royster LH. Hearing conservation programs: practical guidelines for success. Boca Raton: Lewis; 1990. p. 45-60.
6. Coles RRA. Control of industrial noise through personal protection. ASSE Journal 1969: 10-5.
7. Russo ICP, Santos TMM de. Determinação dos limiares tonais por via aérea e por via óssea. In: Russo ICP, Santos TMM de. A prática da audiologia clínica. São Paulo: Cortez; 1993. p. 49-72.

8. Franks JR, Berger EH. Hearing protection. In: Stellman JM editor. Encyclopedia of occupation health and safety. 4th ed. Geneva: International Labour Office; 1998. p. 31.11-16.
9. Royster LH, Royster JD, Cecich TF. An evolution of the effectiveness of three hearing protection devices at an industrial facility with a TWA of 107 dB. J Acoust Soc Am 1984; 76:485-97.
10. Gerges SNY, Giampaoli E. Protetores auriculares: mecanismo e cálculo de atenuação/ problemas de utilização. In: V Congresso da Associação Nacional de Medicina do Trabalho. Florianópolis; 1987.
11. Berger EH. Selection and using of hearing protectors. Semin Hear 1988; 9:309-23.
12. Reiff MFF. Avaliação audiológica de funcionários usuários de protetores auriculares de inserção [monografia]. São Paulo: Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica – CEFAC e Centro de Estudos em Distúrbios da Audição – CEDIAU; 1997.

Recebido para publicação: 20/12/2000

Aceito em: 27/03/2001

Endereço para correspondência

Nome: Adriana Avagliano

Endereço: Rua Pássaros e Flores, 519 – Brooklin – São Paulo – SP

Fones: (11) 5044-0092 (11) 55 335829

Nome: Kátia de Almeida

Endereço: Rua Cayowaá, 664 – CEP 05018-000 – São Paulo – SP

Fone/fax: (11) 3675-1677

<http://www.cefac.br>

e-mail: cefac@cefac.br