



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Catarina Soares Sousa Abelenda

**Avaliação do Conforto de Protectores
Individuais Auditivos**

Tese de Mestrado
Engenharia Humana
Trabalho efectuado sob a orientação dos professores
Doutor Pedro Martins Arezes
Doutora Ana Cristina Braga

AVALIAÇÃO DO CONFORTO DE PROTECTORES INDIVIDUAIS AUDITIVOS

RESUMO

A exposição ao ruído em contexto ocupacional e a sua consequência mais visível – perda de audição induzida pelo ruído, assumem grande importância nos países industrializados, não só pelo facto desta ser a doença profissional mais frequente nestes países, como também pela transversalidade que apresenta a todos os sectores de actividade. Uma grande parte dos programas de protecção auditiva implementados na indústria passa pelo recurso à protecção individual auditiva, estando documentada a importância do uso destes dispositivos durante todo o tempo de exposição ao ruído para que sejam eficazes na sua função.

Este trabalho centrou-se no estudo do conforto de protectores individuais auditivos. Foram seleccionados três protectores que depois de testados em contexto real de trabalho foram avaliados, com recurso ao preenchimento de um questionário, quanto a diferentes índices de conforto. Assim, foi possível comparar o “desempenho” dos índices de conforto dos dispositivos testados e determinar qual o protector que, globalmente, proporcionava uma maior sensação de conforto.

Visto que, muito provavelmente, nem todos os índices de conforto contribuiriam da mesma forma para a sensação global de conforto, foi solicitado aos mesmos trabalhadores que atribuíssem pontuações de importância a cada um dos índices avaliados anteriormente. Isto permitiu hierarquizar a importância dos índices estudados para a sensação de conforto dos utilizadores.

Espera-se, desta forma, contribuir para a maior eficácia dos programas de protecção auditiva implementados com recurso ao uso de protecção individual, acrescentando mais valias ao processo de selecção destes dispositivos.

EVALUATION OF COMFORT AFFORDED BY HEARING PROTECTION DEVICES

ABSTRACT

Exposure to noise in occupational context and its most visible consequence – noise induced hearing loss, assume great importance in industrialized countries, not only because this is the most common professional disease in these countries, but also by the presence it has in all activity sectors. A great deal of hearing conservation programmes implemented in industry recurs to the use of hearing protection devices, and it is well documented the importance of the use of this devices during all the period of exposure in order to be effective.

This paper focused on the comfort afforded by hearing protection devices. Three protectors were selected and after they were tested in real occupational context they were evaluated, through a questionnaire, regarding different comfort indexes. In this way it was possible to compare the “performance” of the hearing protectors regarding the comfort indexes, and to determine which one, globally, proportioned the greatest comfort.

Since that it is not likely that all the indexes contribute in the same way to the global comfort feeling, it was asked to the same workers to punctuate the importance of each index evaluated before. This enabled to order the indexes by the importance they have on the global comfort feeling.

It is hoped that this study contributes to a greater efficacy of the hearing conservation programmes implemented through the use of hearing protection, adding value to the selection process of these devices.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 ENQUADRAMENTO LEGAL	11
1.2 CONTROLO DO RUÍDO	14
2. PROTECTORES INDIVIDUAIS AUDITIVOS	16
2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PROTECTORES AUDITIVOS QUANTO À FORMA	16
2.1.1 <i>Protectores auriculares</i>	16
2.1.2 <i>Tampões auditivos</i>	18
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS PROTECTORES AUDITIVOS QUANTO AO MODO DE FUNCIONAMENTO	21
2.2.1 <i>Protectores Passivos</i>	21
2.2.2 <i>Protectores Activos</i>	22
3. O CONFORTO E A PROTECÇÃO INDIVIDUAL AUDITIVA	25
3.1 ATENUAÇÃO	26
3.2 PESO	26
3.3 PRESSÃO	27
3.4 TEXTURA	27
3.5 CAPACIDADE DE DISPERSAR O CALOR GERADO	28
3.6 CAPACIDADE DE ABSORVER A TRANSPIRAÇÃO	28
3.7 DIFICULDADE EM REALIZAR TAREFAS	28
3.8 DIFICULDADE DE COLOCAÇÃO	29
3.9 DIMINUIÇÃO DA INTELIGIBILIDADE	29
3.10 ASPECTO ESTÉTICO	30
4. ESTUDO	31
4.1 SELECÇÃO DOS ÍNDICES DE CONFORTO	31
4.2 SELECÇÃO DOS PROTECTORES INDIVIDUAIS AUDITIVOS	32
4.3 LOCAL E CONDIÇÕES DE TESTE	36
4.3.1 <i>Local de Realização do Teste dos Protectores</i>	36

4.3.2 <i>Caracterização da Componente Acústica</i>	37
4.3.3 <i>Caracterização do Ambiente Térmico</i>	38
4.4 QUESTIONÁRIOS	38
5. RESULTADOS	41
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA COMPONENTE ACÚSTICA	41
5.2 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO	42
5.3 QUESTIONÁRIOS	43
6. CONCLUSÕES	59
7. BIBLIOGRAFIA	63
ANEXOS	66

Anexo I – Questionário A

Anexo II – Questionário B

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1.1 – Representação do ouvido Humano.

Capítulo 2

Figura 2.1 – Protector auditivo do tipo abafador (3M).

Figura 2.2 – Abafador com ajuste horizontal das calotes e regulação de tensão (3M).

Figura 2.3 – Protector auditivo do tipo abafador adaptado à utilização de capacete e protecção da face (3M).

Figura 2.4 – Tampões auditivos moldáveis (EAR).

Figura 2.5 – Tampões auditivos pré-moldados (EAR).

Figura 2.6 – Tampões auditivos de inserção semi-aural com banda rígida (EAR).

Figura 2.7 – Abafador com sistema de comunicação e rádio (bilsom).

Capítulo 4

Figura 4.1 – Tampão moldável utilizado no teste.

Figura 4.2 – Atenuação (Mf) e desvio-padrão (sf) do tampão 3M 1100.

Figura 4.3 – Tampão pré-moldado utilizado no teste.

Figura 4.4 – Atenuação (Mf) e desvio-padrão (sf) do tampão 3M 1271.

Figura 4.5 – Abafador utilizado no teste.

Figura 4.6 – Atenuação (Mf) e desvio-padrão (sf) do abafador, considerando as condições de utilização do teste (banda por cima da cabeça).

Capítulo 5

Figura 5.1 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “atenuação” para cada protector.

Figura 5.2 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “pressão” para cada protector.

Figura 5.3 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “peso” para cada protector.

Figura 5.4 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “textura” para cada protector.

Figura 5.5 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “capacidade de dispersar o calor” para cada protector.

Figura 5.6 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “capacidade de absorver o suor” para cada protector.

Figura 5.7 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “incomodidade na realização de tarefas” para cada protector.

Figura 5.8 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “colocação” para cada protector.

Figura 5.9 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “inteligibilidade” para cada protector.

Figura 5.10 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para os índices de conforto.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 2.1 – Vantagens e desvantagens dos tampões *vs* abafadores.

Capítulo 5

Tabela 5.1 – Resultados das medições efectuadas com o sonómetro, níveis de exposição diária e máximo de pressão sonora obtidos para os diferentes postos de trabalho.

Tabela 5.2 – Resultados dos dosímetros.

Tabela 5.3 – Caracterização do ambiente térmico.

Tabela 5.4 – Pontuação atribuída por cada um dos sujeitos que participaram no teste (J, F, M, P e X) aos índices de conforto, para os três protectores (I, II, III).

Tabela 5.5 – Estatística descritiva para cada índice de conforto face ao protector testado.

Tabela 5.6 – Resultados do teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 5.7 – Síntese da análise comparativa dos índices de conforto entre os diferentes protectores.

Tabela 5.8 – Valores médios da classificação global de conforto dos protectores.

Tabela 5.9 – Pontuação atribuída por cada um dos sujeitos que participaram no teste (J, F, M, P e X) à importância dos índices de conforto.

1. INTRODUÇÃO

As sociedades modernas estão expostas a níveis consideráveis de ruído quotidianamente, não só no trabalho, como em variadas actividades de lazer (discotecas, desportos de tiro e motorizados, ...).

O som é o movimento de uma onda que se produz quando uma fonte sonora põe em oscilação as partículas de ar mais próximas. O movimento transmite-se gradualmente às partículas de ar cada vez mais afastadas. O som é, na grande maioria das vezes, composto por vários tons com frequências e intensidades diferentes.

Um som indesejável é designado por ruído.

O ruído tem efeitos nocivos sobre o organismo aos mais diferentes níveis, efeitos esses, que podem ser fisiológicos e psicológicos. Para além de estar associado a estados de irritabilidade, tensão, dificuldades de comunicação e diminuição de produtividade é apontado como causa para a ocorrência de acidentes. É, no entanto, sobre os efeitos que este tem no sistema auditivo e a sua consequência mais visível – perda de audição, que têm sido realizados o maior número de estudos. As perdas de audição resultantes da exposição ao ruído podem ir da simples fadiga auditiva, em que se verifica uma redução da acuidade auditiva temporária, até perdas permanentes e irreversíveis.

A audição consiste numa sequência de eventos em que o ouvido converte as ondas sonoras em sinais eléctricos que são transmitidos ao cérebro e interpretados como sons.

O ouvido é constituído por três partes fundamentais:

1. Ouvido externo
2. Ouvido médio
3. Ouvido interno

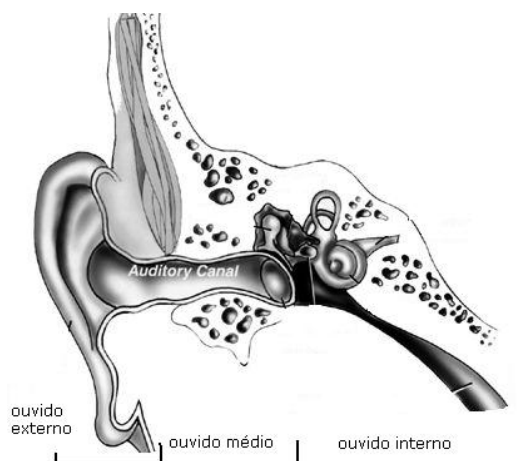


Fig. 1.1 – Representação do ouvido Humano.

O ouvido externo e o ouvido médio fazem a recepção da onda sonora, transformando a energia acústica em energia mecânica. O ouvido interno transforma esta energia em impulsos eléctricos que são transmitidos ao cérebro.

Quando expostas a sobrecargas de ruído as células do ouvido sofrem alterações, aparecendo a perda de audição.

A deterioração da audição é função da intensidade, frequência e tempo de exposição ao ruído, variando também de indivíduo para indivíduo. A perda de audição não apresenta contudo, um comportamento linear face à exposição, sendo nos primeiros anos que normalmente se verificam as perdas mais acentuadas (May, 2000).

A gama de audibilidade Humana situa-se entre os 20Hz e os 20 000Hz. Em consequência da forma do ouvido externo e outro factores a sensibilidade do ouvido Humano é, no entanto, maior na gama de frequências dos 1 000 a 5 000 Hz, pelo que, um trabalhador exposto a 90 dB nesta gama se encontra em maior risco do que outro exposto aos mesmos 90 dB fora desta gama. Assim, num esforço de expressar o ruído a que um indivíduo está exposto de uma forma uniforme e significativa para o largo espectro de frequências, este é medido com um filtro *A*. Isto consiste em aplicar um algoritmo ponderado à pressão sonora como é medida, de forma a que o ruído na gama das frequências de maior sensibilidade Humana seja dado como um valor de decibel relativamente maior. Este valor é apresentado em “dB(A)” (May, 2000).

Segundo Hem e Getty (1991), a perda de audição induzida pelo ruído é a doença profissional permanente mais comum nos países industrializados, tendo a particularidade de não ser exclusiva de um sector de actividade em particular, mas de ser transversal a todos eles.

1.1 Enquadramento Legal

A exposição ao ruído em contexto laboral encontra-se regulamentada, no Direito Nacional, pelo Decreto-Lei n.º 72/92 e associado Decreto Regulamentar n.º 9/92, ambos de 28 de Abril de 1992. O referido Decreto Regulamentar define:

Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A de um ruído num intervalo de tempo T, expresso em dB(A)

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{(p_A(t))^2}{(p_0)^2} dt \right]$$

em que,

T = t₂ – t₁ = tempo de exposição de um trabalhador ao ruído no trabalho;

p_A(t) = pressão sonora instantânea ponderada A, expressa em pascal, a que está exposto, com o ar à pressão atmosférica, um trabalhador que poderá ou não deslocar-se de um sítio para outro no local de trabalho;

p₀ = 20 μPa.

Pico de nível de pressão sonora, isto é, o máximo instantâneo do nível de pressão sonora, expresso em dB

$$L_{Pico} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{MAX}}{P_0} \right)^2$$

em que,

p_{MAX} é o valor máximo da pressão instantânea a que o trabalhador está exposto, expresso em pascal;

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$.

Exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho, $L_{EP,d}$, expressa em dB(A)

$$L_{EP,d} = L_{Aeq,T_e} + 10 \log_{10} \left(\frac{T_e}{T_0} \right)$$

com,

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{(p_A(t))^2}{(p_0)^2} \right] dt \right\}$$

em que,

T_e = tempo de duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho;

$T_0 = 8\text{h}$.

Estão regulamentadas também as acções decorrentes da ultrapassagem do nível de acção e dos valores limite de exposição dos trabalhadores ao ruído.

O nível de acção corresponde a uma exposição pessoal diária ($L_{EP,d}$) de 85dB(A) e a sua ultrapassagem implica as seguintes acções:

- Avaliação anual do $L_{EP,d}$ e do valor limite de pico ($\text{Max}_{L_{\text{pico}}}$);
- Vigilância médica e audiométrica da função auditiva trianual;
- Disponibilização de protecção individual auditiva;
- Registo das avaliações efectuadas em modelo conforme indicado no diploma.

Os valores limite correspondem a um $L_{EP,d}$ igual ou superior a 90dB(A) e um Max_{Lpico} igual ou superior a 140dB, tendo a sua ultrapassagem como consequências:

- Identificação das causas dos excessos;
- Implementação de um programa de medidas técnicas, destinado a diminuir a produção ou propagação de ruído, ou um programa de medidas de organização do trabalho, destinado a diminuir a exposição dos trabalhadores ao ruído;
- Avaliação anual do $L_{EP,d}$ e do valor limite de pico (Max_{Lpico});
- Vigilância médica e audiométrica da função auditiva anual;
- Delimitação e sinalização dos postos de trabalho expostos;
- Acesso aos postos de trabalho expostos restrito aos trabalhadores cuja presença seja indispensável;
- Obrigatoriedade de utilização de protecção individual auditiva (enquanto a situação não for regularizada), devendo esta obrigatoriedade ser sinalizada.

O Decreto Regulamentar n.º 9/92 dá indicações e orientações para a selecção e utilização de protectores de ouvido, essencialmente no que diz respeito à atenuação que deve ser conferida, mas referindo também outros parâmetros que devem ser levados em linha de conta, nomeadamente relacionados com o conforto.

A Directiva 2003/10/CE de 6 de Fevereiro de 2003, que deveria ter sido transposta para o Direito Nacional até 15 de Fevereiro de 2006, prevê:

- Valores limite de exposição, tendo em conta a atenuação conferida pela protecção individual auditiva:
 - Nível de exposição sonora ponderado para 8h de trabalho → 87 dB(A)
 - Pressão acústica de pico → 140 dB
- Valores de exposição superiores que desencadeiam a acção, determinando a obrigatoriedade do uso de protecção individual auditiva:
 - Nível de exposição sonora ponderado para 8h de trabalho → 85 dB(A)

- Pressão acústica de pico → 137 dB
- Valores de exposição inferiores que desencadeiam a acção, determinado a disponibilização de protecção individual auditiva:
 - Nível de exposição sonora ponderado para 8h de trabalho → 80 dB(A)
 - Pressão acústica de pico → 135 dB

Como se pode verificar pela comparação destes valores com os indicados anteriormente existe uma evidente diminuição dos valores limite e níveis de acção. Esta diminuição não é inesperada, visto existirem evidências que trabalhadores expostos a níveis de ruído abaixo dos 85 dB(A) apresentam perdas de audição (Fernandes, 2004).

A Directiva 2003/10/CE refere ainda a eliminação do ruído na fonte e a sua redução como medidas preferenciais, recorrendo-se à protecção individual quando os riscos resultantes da exposição não possam ser evitados por outros meios. Isto era, aliás, o que preconizava a anterior Directiva (86/88/CE de 12 de Maio), transposta para o Direito Nacional pelos diplomas anteriormente referidos, que se encontram em vigor.

1.2 Controlo do ruído

O controlo do ruído deve ser levado a cabo implementando as seguintes medidas, por ordem de prioridade:

1.º Medidas construtivas ou de engenharia

Actuam sobre a fonte produtora de ruído, ou no seu meio de propagação. Exemplos comuns deste tipo de medidas são o isolamento de máquinas ruidosas, instalação de silenciadores nos ventiladores e colocação de barreiras e painéis anti-ruído. Na fase de aquisição de equipamento há que estabelecer uma política de compras eficaz, que leve em conta as características da potência sonora dos equipamentos a adquirir.

2.º Medidas organizacionais

Planeamento das actividades, com vista à eliminação/ redução dos postos de trabalho expostos e do tempo de exposição, como por exemplo rotação dos trabalhadores que ocupam os postos de trabalho com níveis de ruído mais elevados e deslocação das actividades ruidosas para horários em que estejam menos trabalhadores presentes.

3.º Medidas de protecção individual

Consistem no recurso a protectores auditivos individuais, que bloqueiam a propagação do ruído.

Pese embora a orientação legislativa, no sentido de adoptar a protecção individual como uma medida de recurso (quando as outras se mostrem técnica e/ ou economicamente inviáveis), ou temporária (até à regularização dos níveis de exposição), esta é a medida à qual se recorre com maior frequência em contexto industrial.

2. PROTECTORES INDIVIDUAIS AUDITIVOS

A protecção individual auditiva, embora seja a medida à qual se deve recorrer em última instância para minimizar os efeitos nefastos sobre a saúde decorrentes da exposição ao ruído, é, sem dúvida, a mais difundida no meio industrial. O baixo custo e a facilidade de implementação desta medida tornam-na a solução eleita para resolver a problemática da exposição a níveis elevados de ruído, em todo o tipo de actividades e em particular na indústria.

A utilização massiva deste tipo de dispositivo conduziu ao seu desenvolvimento, existindo actualmente no mercado protectores que se adaptam praticamente a todas as utilizações e utilizadores.

2.1 Classificação dos protectores auditivos quanto à forma

2.1.1 PROTECTORES AURICULARES

Os protectores auriculares, normalmente designados por abafadores, são protectores auditivos que consistem em duas calotes posicionadas contra cada um dos pavilhões auriculares ou numa calote circum-aural posicionada contra a região periauricular. As calotes são pressionadas contra os pavilhões auriculares por uma banda à volta ou atrás da cabeça ou por baixo do queixo.



Figura 2.1 – Protector auditivo do tipo abafador (3M).

Embora existam no mercado diferentes tamanhos disponíveis, a maioria dos modelos permite a regulação das calotes verticalmente. Alguns modelos apresentam também ajuste horizontal e regulação da tensão.



Figura 2.2 – Abafador com ajuste horizontal das calotes e regulação da tensão (3M).

As almofadas podem ser de espuma ou gel, recobertas por um material macio, existindo kits para troca quando estas estiverem danificadas, ou para mudar de utilizador.

Para permitir a utilização simultânea com outros equipamentos de protecção individual foram concebidos dispositivos que se adaptam à utilização de capacete ou protecção da face.



Figura 2.3 – Protector auditivo do tipo abafador adaptado à utilização de capacete e protecção da face (3M).

2.1.2 TAMPÕES AUDITIVOS

Os tampões são protectores auditivos que são introduzidos no canal auditivo ou na cavidade do pavilhão auricular para obstruir a entrada, impedindo dessa forma que o ruído se propague até ao ouvido interno.

Estes protectores existem no mercado numa variedade vastíssima, mas que podem ser agrupados da seguinte forma:

Tampões moldáveis pelo utilizador – feitos de materiais compressíveis, normalmente espuma de poliuretano, que depois de introduzidos no canal auditivo se expandem adoptando a forma do canal auditivo do utilizador. Normalmente são descartáveis.

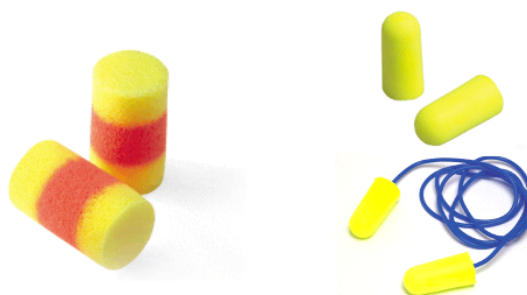


Figura 2.4 – Tampões auditivos moldáveis (EAR).

Tampões pré-moldados – feitos de materiais suaves, normalmente silicone, são introduzidos no canal auditivo sem ser necessário recurso à pré-moldagem pelo utilizador.



Figura 2.5 – Tampões auditivos pré-moldados (EAR).

Os principais fabricantes têm patenteado novos materiais e formas de concepção destes dispositivos (moldáveis e pré-moldados), com o intuito de otimizar a sua performance e o conforto proporcionado ao utilizador.

Estes tampões estão disponíveis em diversos tamanhos ou, pela sua concepção, adaptam-se ao canal auditivo da maioria dos utilizadores.

Existe também uma versão com cordão que liga os dois tampões, minimizando o risco de perda ou esquecimento.

Tampões individuais – feitos a partir do molde do canal auditivo do utilizador, sendo por isso bastante confortáveis. Em contrapartida o seu custo é mais representativo.

Tampões de inserção semi-aural com banda rígida – feitos normalmente do mesmo tipo de material utilizado na concepção dos tampões moldáveis, têm a particularidade de não serem introduzidos no canal auditivo. São ligados por uma banda rígida e colocados na entrada do canal externo.

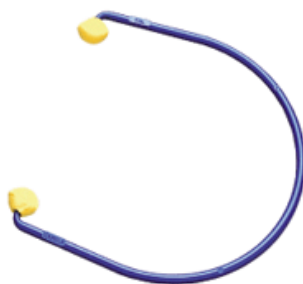


Figura 2.6 – Tampões auditivos de inserção semi-aural com banda rígida (EAR).

Na tabela seguinte apresentam-se as vantagens e desvantagens dos tampões e abafadores, quando comparados entre si.

Tabela 2.1 – Vantagens e desvantagens dos tampões vs abafadores

TAMPÕES	ABAFADORES
<u>VANTAGENS</u>	
<ul style="list-style-type: none"> ● Pequenos e fáceis de transportar ● Convenientes para usar em simultâneo com outros equipamentos de protecção individual (inclusivamente abafadores) ● Mais confortáveis para usos prolongados em ambientes quentes e húmidos ● Convenientes para uso em zonas confinadas ● Melhores performances nas baixas e médias frequências 	<ul style="list-style-type: none"> ● Menor variação da atenuação conferida de utilizador para utilizador ● Possibilidade de utilização com problemas menores do foro da otorrinolaringologia (por exemplo infecções ligeiras) ● Um tamanho serve à maioria dos utilizadores ● Melhores performances nas altas frequências
<u>DESvantagens</u>	
<ul style="list-style-type: none"> ● Requer mais tempo para a colocação e remoção ● Colocação correcta é mais difícil ● Possibilidade de irritação do canal auditivo ● Requerem boas práticas de higiene, para que não sejam introduzidas no canal auditivo poeiras ou sujidade 	<ul style="list-style-type: none"> ● Mais pesados e mais incómodos de transportar ● Apresentam incompatibilidade com outros equipamentos de protecção individual ● Mais desconfortáveis em ambientes quentes e húmidos ● Impossibilidade de utilização em zonas confinadas ● Dificuldade de utilização com óculos de leitura; a colocação por cima da armação dos óculos pode quebrar a estanquicidade necessária à protecção

2.2 Classificação dos protectores auditivos quanto ao modo de funcionamento

2.2.1 PROTECTORES PASSIVOS

Estes protectores não dispõem de qualquer dispositivo electrónico que regule a atenuação em função da frequência ou do nível de pressão sonora, sendo a atenuação conferida de forma totalmente mecânica.

Os protectores passivos são os mais divulgados, pela sua simplicidade e baixo custo.

Protectores dependentes da frequência

Recorrendo a pequenas aberturas no tampão é possível melhorar a percepção da comunicação verbal. A técnica mais utilizada consiste numa cavidade que comunica com o exterior e o interior através de pequenos orifícios, criando um filtro que deixa passar ruídos de baixa frequência e bloqueia a passagem das altas e médias frequências (Arezes e Miguel, 2005).

Protectores de atenuação ajustável

Utilizando filtros de tamanhos e materiais diferentes, que se mudam conforme as necessidades, é possível conseguir uma atenuação diferenciada (Arezes e Miguel, 2005). Estes protectores incorporam ainda uma válvula que permite ajustar o nível de atenuação. O facto de serem concebidos pelo molde do canal auditivo do futuro utilizador tem a mais-valia de os tornar muito confortáveis, mas esta personalização reflecte-se nos custos.

Protectores dependentes do nível sonoro

Estes protectores incorporam elementos estruturais que permitem uma atenuação tanto maior quanto maior for o nível de pressão sonora. Apresentam a vantagem, relativamente aos protectores de atenuação ajustável, de não necessitarem de mudar de filtro para conseguir uma atenuação diferenciada. No entanto, têm como inconveniente o facto da não linearidade se evidenciar para níveis de pressão sonora muito elevados, tornando-os adequados para situações em que exista ruído impulsivo (Arezes e Miguel, 2005).

Protectores de atenuação uniforme

Atenuam os níveis de pressão sonora de forma uniforme em todo o espectro. Os níveis de redução conseguidos são reduzidos, não sendo por isso adequados para ambientes muito ruidosos (Arezes e Miguel, 2005).

2.2.2 PROTECTORES ACTIVOS

Protectores que incorporam dispositivos electrónicos que permitem uma atenuação dependente do nível de pressão sonora. Estes dispositivos são os que presentemente apresentam maiores potencialidades, não estando mais difundidos por apresentarem custos elevados quando comparados com os convencionais.

Protectores de redução activa do ruído (RAR)

Estes protectores, cujo aspecto se assemelha ao de um abafador, baseiam o seu funcionamento na emissão de uma onda sonora de igual intensidade, mas de fase oposta à recebida. Um microfone recebe a onda sonora do ruído ambiente e envia o sinal para um processador electrónico que inverte a fase do sinal e o envia para um amplificador. O amplificador envia esse sinal invertido para uma fonte sonora colocada no interior do

protector. O resultado deste processo seria, teoricamente, a ausência de ruído. Isto não acontece de facto, porque para que houvesse anulação total do ruído a onda de anulação teria que ser emitida em simultâneo com a recebida, o que é fisicamente impossível.

Estes protectores, embora tenham muitas potencialidades, têm a utilização limitada em ambientes agressivos (com temperaturas elevadas, humidade e poeiras têm a fiabilidade comprometida), para além de apresentarem um custo elevado.

Protectores com transmissão dependente do nível de pressão sonora

São essencialmente protectores convencionais (abafadores) que contêm um microfone e um sistema de amplificação, que transmitem o ruído externo para auscultadores colocados no interior das calotes. Este sistema pode estar concebido para amplificar apenas determinadas zonas do espectro.

O sistema de amplificação tem regulada a pressão sonora máxima no interior do protector e um nível de corte, a partir do qual o sistema electrónico se desliga (Arezes e Miguel, 2005). Têm como principal desvantagem originarem distorção dos sons causando diminuição da inteligibilidade, (Casali e Berger, 1996). São adequados quando existir ruído impulsivo.

Protectores com comunicação

Com vista a permitir a comunicação entre utilizadores de protectores auditivos, foram incluídos nestes microfones de recepção e emissão de som, que permitem comunicar entre dispositivos. São muito usados na prática de desportos automóveis e na aviação.



Figura 2.7 – Abafador com sistema de comunicação e rádio (bilsom).

Alguns destes equipamentos incluem ainda recepção de rádio que tem um carácter essencialmente lúdico.

3. O CONFORTO E A PROTECÇÃO INDIVIDUAL AUDITIVA

Para que um programa de conservação da audição, implementado numa qualquer indústria, seja eficaz é necessário que os trabalhadores usem os protectores auditivos durante a totalidade do tempo de exposição. A remoção dos protectores durante 30 minutos reduz a protecção efectiva para aproximadamente metade daquela que seria conseguida com o seu uso durante a totalidade da exposição (Franks e Berger, 1998).

Assim, é crucial que os protectores individuais auditivos sejam confortáveis, já que este é um factor determinante para o seu uso.

O conforto é um conceito de difícil definição, dado o seu carácter altamente subjectivo. Segundo Richards, citado em (Kuijt-Evers e al., 2004), o conforto é o estado de uma pessoa, envolvendo um sentido subjectivo de bem-estar em relação ao ambiente ou situação. Este bem-estar deve ser encarado como sendo físico e psicológico.

Tendo em conta esta definição pode-se considerar que praticamente todas as razões apontadas para não usar/ remover os protectores auditivos (excluindo as comportamentais, tais como o facto de não acharem importante, não ser obrigatório), são parâmetros que contribuem para a sensação de conforto global.

De seguida apresentam-se as características dos equipamentos de protecção individual auditiva e a sua relação com o conforto, já referenciadas em trabalhos subordinados a esta temática (Arezes, 1998; Hsu e al., 2004; Park e Casali, 1991).

3.1 Atenuação

A atenuação conferida pelos dispositivos de protecção auditiva é a característica normalmente analisada quando se procede à selecção deste tipo de equipamento. A legislação em vigor define métodos de cálculo para determinação da atenuação que deve ser conferida por um protector individual auditivo e as normas portuguesas estabelecem o nível mínimo de atenuação. Mas, se é verdade que o protector deve desempenhar eficazmente a sua função – proteger o ouvido interno do ruído, não se deve cair no erro de seleccionar dispositivos que confirmam protecção excessiva. Tradicionalmente os protectores individuais auditivos conferem maior atenuação na gama das altas frequências do que nas baixas. Se tivermos em consideração que a maioria dos sons contém ambas as frequências na sua composição, não é difícil compreender que estes sejam distorcidos pelos protectores. Se juntarmos isto à elevada atenuação, teremos com certeza maior rejeição por parte dos utilizadores. Este facto assume maior relevância junto de indivíduos que apresentem já perdas de audição (Harrison, 1993).

É importante encontrar um equilíbrio entre a atenuação que protege a audição, e que reduz a incomodidade e aquela que, desnecessariamente, bloqueia a percepção de sinais e a comunicação verbal.

3.2 Peso

O peso excessivo de alguns dispositivos, normalmente dos abafadores, é referenciado por alguns utilizadores como potenciador de desconforto. Normalmente existe uma relação directa entre a atenuação conferida e o peso do abafador, aumentando um na razão directa do outro, pelo que se salienta, uma vez mais, a importância de escolher dispositivos com a atenuação adequada.

3.3 Pressão

Neste item temos que considerar três situações distintas:

1. A pressão exercida pela banda e espuma de vedação dos abafadores;
2. A pressão exercida no ouvido externo pelos tampões de inserção semi-aural;
3. A pressão exercida no interior do canal auditivo pelos tampões.

A pressão exercida pela banda/ espuma dos abafadores é uma necessidade para que estes sejam eficazes, não devendo, no entanto, ser excessiva para evitar uma situação recorrente que é o “alargamento” da banda pelos utilizadores. A norma portuguesa EN 352-1, define a pressão máxima que deve ser exercida por cada um destes elementos.

A pressão exercida no ouvido externo pelos tampões de inserção semi-aural, conduz ao aparecimento de dor, o que os torna adequados para curtas utilizações.

Os tampões moldáveis pelo utilizador estão associados a algumas queixas de excesso de pressão contra as paredes do canal auditivo. Existem no mercado diferentes tamanhos e formas destes dispositivos, pelo que é importante disponibilizar todos eles aos futuros utilizadores, de modo a que estes estabeleçam qual aquele que lhes proporciona uma maior sensação de conforto.

3.4 Textura

Os materiais e consistência dos componentes dos equipamentos de protecção individual têm também que ser levados em conta na sua concepção. As partes do dispositivo em contacto com a pele devem ser macias e flexíveis, não causar irritações ou alergias.

Este item constitui por si só um índice de conforto, mas é indissociável de outros parâmetros de conforto, tais como a capacidade de dispersar o calor gerado e de absorver a transpiração, que se referem de seguida. A sensação de comichão que alguns utilizadores reportam decorre do tipo de material do protector e pode ser agravada pelo calor e transpiração.

3.5 Capacidade de Dispersar o Calor Gerado

O uso de protectores auditivos, especialmente de abafadores, limita as trocas de calor da área coberta com o ambiente, conduzindo a um aumento de temperatura localizado. Em ambientes térmicos quentes, os normalmente encontrados na indústria, isto causa desconforto, no entanto se a temperatura ambiente no posto de trabalho for baixa este facto poderá acabar por ter um efeito benéfico, isto é, irá contribuir para a manutenção do calor e, conseqüentemente, maior conforto.

3.6 Capacidade de Absorver a Transpiração

Em ambientes térmicos quentes, ou no caso referido no ponto anterior, é normal que ocorra sudoreção na zona de contacto do protector auditivo com a pele. Se os materiais que compõem o protector não tiverem capacidade de absorver a humidade pode ocorrer irritação da área de contacto.

3.7 Dificuldade em Realizar Tarefas

Outra causa apontada para justificar a não utilização de protecção auditiva é a dificuldade de realizar normalmente as tarefas associadas ao posto de trabalho. Neste caso enquadram-se alguns postos de trabalho que requerem a identificação de determinados sons (por exemplo os mecânicos que identificam certas avarias pelo ruído que lhes está associado) e aqueles que requerem a deslocação a espaços confinados que não permitem o uso de abafadores.

3.8 Dificuldade de Colocação

A facilidade com que se colocam os protectores também influencia a frequência de uso. Protectores que requerem procedimentos mais complexos de colocação tendem a ser mal/ menos vezes colocados, principalmente por utilizadores que circulam de ambientes menos ruidosos para outros mais ruidosos, ou que permanecem em ambientes ruidosos por pequenos períodos.

Outro aspecto interessante é o facto de sujeitos que foram alvo de treino para a colocação de protectores sentirem maior desconforto no seu uso, sendo isto válido somente para os tampões. Uma possível explicação pode ser a inserção mais profunda no canal auditivo, necessária para obter a atenuação desejada, que conduz a um maior desconforto (Park e Casali, 1991).

A dificuldade de colocação também pode surgir como consequência da utilização simultânea de diversos equipamentos protectores individuais, se bem que actualmente esta situação se encontre devidamente acautelada por uma oferta diversa de dispositivos de utilização combinada.

3.9 Diminuição da Inteligibilidade

A inteligibilidade, isto é, a capacidade de entender distintamente os sons em geral e a fala em particular, é uma das principais causas apontadas para não usar protecção individual auditiva.

O uso de protecção auditiva interfere na comunicação e na percepção de avisos sonoros. Na ausência de ruído ambiente o uso de protectores diminui significativamente a inteligibilidade, quer pela atenuação, quer pela distorção que confere aos sons. No entanto, em ambientes muito ruidosos, que é precisamente a situação em que estes são necessários, o uso de protectores melhora a inteligibilidade da fala (Fernandes, 2003).

Assim, o uso de um protector adequado ao contrário de dificultar a comunicação verbal e a percepção de avisos sonoros, pode até melhorá-los.

O efeito de oclusão descreve o aumento de eficiência com que os sons conduzidos pelos ossos e tecidos são transmitidos ao ouvido quando o canal está obstruído por um protector ou mesmo por

um dedo (Franks e Berger, 1998). Este efeito está intimamente relacionado com a diminuição da inteligibilidade por duas razões essenciais (Berger):

1. Distorção dos sons;
2. Diminuição da intensidade da fala. Em consequência do efeito de oclusão o utilizador tende a aperceber-se da sua voz mais alta do que realmente ela está e por isso fala mais baixo.

O efeito de oclusão, embora se traduza numa sensação de desconforto para o utilizador, é um bom indicador de que o protector se encontra correctamente colocado.

3.10 Aspecto estético

O aspecto estético é também apontado como causa para a não utilização dos protectores auditivos (Arezes, 1998). Esta resistência pode ser diminuída pela formação dos trabalhadores e colocação à disposição de vários equipamentos de protecção individual para que os utilizadores possam seleccionar aquele que mais lhes agrada.

4. ESTUDO

O trabalho proposto consistia no estudo do conforto de protectores individuais auditivos. Para o efeito foram seleccionados três protectores, que foram usados pelo período de uma semana cada, por cinco trabalhadores em contexto industrial. Os diferentes tipos de protectores foram testados simultaneamente, isto é, durante a mesma semana os trabalhadores usavam protectores iguais.

A escolha dos trabalhadores que participaram no estudo foi feita tendo por base os resultados da caracterização do ruído, (três estavam expostos a níveis superiores ao limite – 90 dB(A), e dois encontravam-se expostos a níveis ligeiramente inferiores ao limiar de acção – 85 dB(A)), assegurando-se que operassem em ambientes semelhantes.

No final de cada semana de uso era solicitado aos trabalhadores que preenchessem o *questionário A – Avaliação do protector individual auditivo* (Anexo I), onde pontuavam dos índices de conforto descritos, para o protector usado, quanto à sua percepção de conforto. Depois de testados os três protectores foi solicitado o preenchimento do *questionário B – Avaliação dos índices de conforto* (Anexo II), onde pontuavam a importância dos índices avaliados no questionário A, na sensação de conforto experimentada.

Visto o modo de colocação poder influenciar a percepção de conforto, especialmente dos tampões (Park e Casali, 1991), os trabalhadores que colaboraram neste estudo foram alvo de treino acerca do modo de colocação no momento em que os protectores lhes foram entregues.

4.1 Selecção dos Índices de Conforto

Os índices de conforto foram seleccionados com recurso a consulta bibliográfica, de estudos realizados sobre esta temática.

De todos os índices de conforto mencionados no capítulo três (3.1 a 3.10) apenas não foi englobado neste estudo o aspecto estético (3.10). Isto deve-se ao facto deste parâmetro, embora enquadrado na definição de conforto apresentada, não influenciar a percepção física de conforto.

Assim, os índices de conforto seleccionados para avaliação pelos utilizadores foram nove (apresentados nos capítulos 3.1 a 3.9).

4.2 Selecção dos Protectores Individuais Auditivos

Para os testes em contexto real foram seleccionados, quanto à forma, um protector auricular (abafador) e dois tampões auditivos, um moldável pelo utilizador e outro pré-moldado. Para além da forma foi também considerada a atenuação conferida por cada dispositivo, que se pretendia que variasse de dispositivo para dispositivo.

De seguida apresentam-se as características dos três protectores auditivos seleccionados para este estudo.

I – Tampões moldáveis

Marca e modelo: 3M 1100

Material: espuma de poliuretano



Figura 4.1 – Tampão moldável utilizado no teste.

Tabela de atenuação fornecida pelo fabricante

Frequência [Hz]	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Mf [dB]	20.8	24.8	29.7	32.9	31.4	40.6	40.6	42.5
sf [dB]	5.4	5.3	6.0	5.5	6.0	2.8	2.8	4.4
Mf - sf [dB]	15.4	19.5	23.7	27.4	30.3	37.8	37.8	38.1

SNR = 31 dB H = 31 dB M = 27 dB L = 24 dB

Em que,

Mf – valor médio da atenuação

sf – desvio padrão

H – valor de atenuação a altas frequências

M – valor de atenuação a frequências médias

L – valor de atenuação a baixas frequências

SNR – valor global de atenuação do protector auditivo

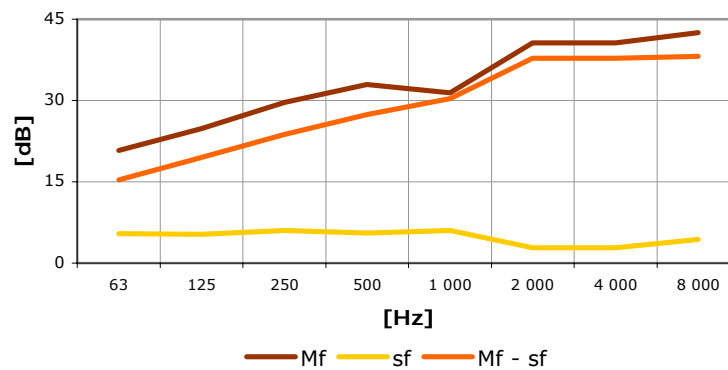


Figura 4.2 – Atenuação (Mf) e desvio-padrão (sf) do tampão 3M 1100.

II – Tampões pré-moldados

Marca e modelo: 3M 1271

Material: silicone



Figura 4.3 – Tampão pré-moldado utilizado no teste.

Tabela de atenuação fornecida pelo fabricante

Frequência [Hz]	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Mf [dB]	26.6	27.7	28.4	29.5	29.6	35.6	35.4	38.9
sf [dB]	9.4	9.9	10.9	9.6	8.2	6.8	9.6	6.7
Mf - sf [dB]	17.2	17.8	17.5	19.9	21.4	28.8	25.8	32.2

SNR = 25 dB H = 27 dB M = 22 dB L = 20 dB

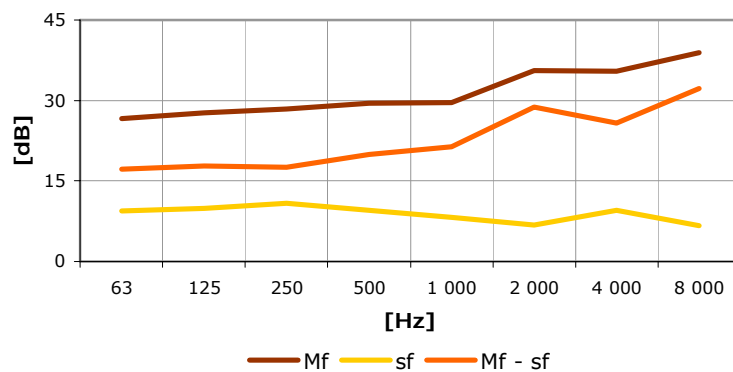


Figura 4.4 – Atenuação (Mf) e desvio-padrão (sf) do tampão 3M 1271.

III – Abafadores

Marca e modelo: Howard Leight LM-7



Figura 4.5 – Abafador utilizado no teste.

Tabelas de atenuação fornecidas pelo fabricante

Banda colocada por cima da cabeça

Frequência [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	3 150	4 000	6 300	8 000
Mf [dB]	19.4	23.0	28.1	37.5	39.7	44.5	42.9	42.2	40.0
sf [dB]	2.0	2.2	2.0	3.5	3.9	2.4	2.8	3.8	2.4
Mf - sf [dB]	17.4	20.8	26.1	34.0	35.8	42.1	40.1	38.4	37.6

NRR = 26

Banda colocada atrás da cabeça

Frequência [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	3 150	4 000	6 300	8 000
Mf [dB]	19.2	24.2	28.3	37.3	38.0	42.5	42.8	40.5	38.0
sf [dB]	2.3	2.8	2.8	3.4	4.2	3.6	3.1	3.8	2.8
Mf - sf [dB]	16.9	21.4	25.5	33.9	33.8	38.9	39.7	36.7	35.2

NRR = 26

Banda colocada por baixo do queixo

Frequência [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	3 150	4 000	6 300	8 000
Mf [dB]	19.7	22.8	29.0	36.6	37.5	42.4	41.7	43.0	39.3
sf [dB]	1.7	2.3	2.5	3.7	3.4	3.0	2.6	3.7	3.0
Mf - sf [dB]	18.0	20.5	26.5	32.9	34.1	39.4	39.1	39.3	36.3

NRR = 26

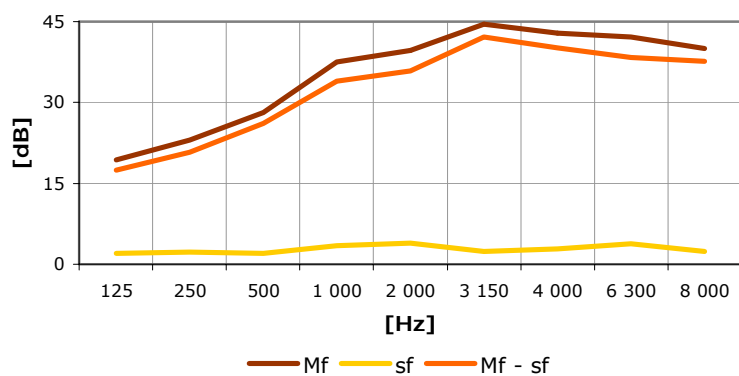


Figura 4.6 – Atenuação (Mf) e desvio-padrão (sf) do abafador, considerando as condições de utilização do teste (banda por cima da cabeça).

4.3 Local e Condições de teste

4.3.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TESTE DOS PROTECTORES

O teste dos protectores individuais auditivos foi realizado na Mabera – Acabamentos Têxteis, S.A. A Mabera é uma PME do sector têxtil, com aproximadamente duzentos trabalhadores, que desenvolve como actividade principal o tingimento e acabamento de malhas, tendo como actividade secundária a produção de energia eléctrica mediante um processo de cogeração.

4.3.2 CARACTERIZAÇÃO DA COMPONENTE ACÚSTICA

Anteriormente à realização do teste dos protectores individuais auditivos procedeu-se à caracterização da componente acústica dos diferentes postos de trabalho. O método e os resultados dessa avaliação encontram-se sintetizados de seguida.

Equipamento utilizado

- Sonómetro integrador modelo 2260 investigator de classe de exactidão 1, Brüel & Kjaer, homologado pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ), com data de verificação de 03/06/2004.
- Dosímetro modelo 4443 de classe de exactidão 2, Brüel & Kjaer, homologado pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ), com data de calibração de 06/10/2004.
- Dosímetro modelo 4436 de classe de exactidão 2, Brüel & Kjaer, homologado pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ), com data de calibração de 10/09/2004.

Metodologia

Para os postos de trabalho fixos foi utilizado o sonómetro para obter o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A num intervalo de tempo T ($L_{Aeq,T}$) e o valor de $Max_{L_{pico}}$.

Os valores de $L_{Aeq,T}$ obtidos para diferentes locais de um mesmo posto de trabalho foram considerados como tendo o mesmo peso no $L_{EP,d}$, ou seja, considerou-se que as 8 horas do turno de trabalho se distribuíam equitativamente pelos diferentes locais das medições.

Para o valor de $Max_{L_{pico}}$ usou-se o maior valor da totalidade das medições.

Para os trabalhadores com significativa mobilidade foram utilizados dosímetros.

Os resultados obtidos encontram-se sintetizados nas tabelas 5.1 e 5.2.

4.3.3 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO

Uma vez que a temperatura e humidade são referidas como preponderantes na percepção de conforto proporcionado pelos equipamentos de protecção individual auditiva, foi efectuada a caracterização do ambiente térmico.

Equipamento utilizado

- Processador de dados 1221 Thermal Comfort Data Logger da Innova – Air Tech Instruments, com as sondas:
 - MM0060 – Temperatura operativa;
 - MM0037 – Humidade do ar;

Metodologia

Uma vez que os trabalhadores que participaram neste estudo não tinham um posto de trabalho fixo, optou-se por caracterizar o ambiente térmico em dois pontos distintos, onde é previsível que estes passem a maior parte do tempo do seu horário de trabalho: Secção de Acabamentos (râmolas) e Cogeração.

Os resultados obtidos encontram-se sintetizados na tabela 5.3.

4.4 Questionários

Para o teste dos protectores individuais auditivos foram seleccionados cinco trabalhadores, todos pertencentes ao departamento da manutenção, (três pertenciam à manutenção mecânica e dois à eléctrica).

Esta escolha assentou nos seguintes critérios:

- Sujeitos expostos a níveis de ruído superiores ao limite que consta da legislação em vigor;

- Sujeitos expostos às mesmas condições ambientais no local de trabalho.

Três dos trabalhadores escolhidos (mecânica), de acordo com a caracterização do ruído efectuada, estão expostos a níveis de ruído superiores a 90 dB(A). Os restantes dois trabalhadores foram seleccionados pelo facto de trabalharem em condições ambientais idênticas. O facto de trabalharem em condições ambientais idênticas é importante, visto estas exercerem influência sobre alguns dos índices de conforto seleccionados para o estudo (por exemplo: capacidade de dispersar o calor gerado e capacidade de absorver o suor).

Para que os utilizadores avaliassem a percepção de conforto e a importância relativa dos índices seleccionados foram elaborados dois questionários (anexos I e II):

Questionário A – Avaliação do protector individual auditivo

A cada índice de conforto foi associada uma escala de 1 a 5, em que 1 corresponde à situação mais favorável e 5 à situação mais desfavorável. Isto significa que um dispositivo com pontuação mais baixa seria mais confortável do que um outro com pontuação mais elevada, para o índice de conforto em análise.

No final da avaliação dos índices de conforto foi inserida uma questão sobre a sensação global de conforto proporcionada pelo protector, também com classificação de 1 a 5, em que 1 corresponde a desconfortável e 5 a confortável, contrariamente ao referido para a avaliação dos índices. A inversão da pontuação na última questão pretendia avaliar a coerência da resposta dos trabalhadores.

Este questionário foi preenchido por todos os indivíduos que participaram no estudo, para todos os protectores ensaiados – cinco questionários para cada um dos três protectores, o que dá um total de quinze.

Questionário B – Avaliação dos índices de conforto

O segundo questionário compreende uma avaliação da importância de cada um dos índices de conforto. Foram listados todos os índices de conforto associados a uma escala de 1 a 5, em que 1 corresponde a insignificante e 5 a muito importante.

Este questionário foi preenchido uma única vez por todos os participantes no final do estudo, não se referindo especificamente a nenhum protector.

Pretendia-se, assim, evitar o erro de se concluir que um protector que tivesse obtido pontuações mais baixas fosse considerado mais confortável do que outro com pontuações mais elevadas, isto porque nem todos os índices têm a mesma importância para o conforto global experimentado.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização da componente acústica

Na tabela 5.1 apresentam-se os valores de $L_{EP,d}$ e Max_{Lpico} para os postos de trabalho existentes na Mabera.

Tabela 5.1 – Resultados das medições efectuadas com o sonómetro, níveis de exposição diária e máximo da pressão sonora obtidos para os diferentes postos de trabalho

Local da medição	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Max_{Lpico} [dB]	Posto de trabalho	$L_{EP,d}$ [dB(A)]	Max_{Lpico} [dB]
Carda P10	83.6	104	Cardador	84	108
Carda P9	83.5	108			
Râmola 4 – entrada	83.6	107	Ramolador	80	110
Râmola 4 – saída	78.0	105			
Râmola 2 – entrada	79.2	100			
Râmola 2 – saída	77.9	110			
Máq. tingir 47/49	82.0	111	Tintureiro	81	111
Máq. tingir 78/86	80.1	102			
Máq. tingir 92	80.0	108			
Máq. tingir 81	78.9	107			
Máq. tingir 64/45	83.8	103			
Secadeira S4	78.6	102	Secador	80	108
Secadeira S1	80.9	108			
Armazém de produtos químicos	61.1	88	Armazéns	67	108
Armazém da tinturaria	70.4	108			
Armazém de entrada	60.6	99			
Armazém de expedição	68.9	106			
Máq. abrir malha MA2	78.8	103	Máq. abrir malha	81	106
Máq. abrir malha M8	84.8	106			
Tumbler	79.8	104			
Gab. de controlo da tinturaria	65.3	104	Controlador de tinturaria	65	104
Laboratório	69.1	100	Laboratório	70	100
Prep. de malha	74.8	111	Prep. Malha	75	111
Gab. técnico	60.4	98	Gab. técnico	60	98
Escritórios	55.6	92	Escritórios	56	92
Lâmina	84.5	111	Laminador	85	111

Os resultados dos dosímetros para os postos de trabalho com muita mobilidade apresentam-se na tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Resultados dos dosímetros

Posto de trabalho	$L_{EP,d}$ [dB(A)]	$Max_{L_{pico}}$ [dB]
Chefe de equipa dos acabamentos	84	138
Central térmica	80	119
Manutenção mecânica	91	127
Manutenção eléctrica	82	115
Chefe de equipa da tinturaria	86	121

O posto de trabalho exposto ao maior nível de ruído é a manutenção mecânica. Isto deve-se essencialmente aos equipamentos utilizados por estes trabalhadores (rebarbadeiras, martelos, serras eléctricas,).

O critério de exposição ao ruído, utilizado na selecção dos trabalhadores que participaram no estudo, fundamentou-se nos resultados desta caracterização.

5.2 Caracterização do ambiente térmico

Os valores da temperatura e humidade relativa encontram-se na tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Caracterização do ambiente térmico

	Temperatura operativa [°C]	Humidade relativa [%]
Acabamentos	36.6	33.83
Cogeração	38.1	29.18

Pela análise dos resultados obtidos, constata-se que a humidade relativa é baixa e as temperaturas operativas são elevadas.

5.3 Questionários

De forma a poder efectuar uma análise dos resultados dos questionários os dados obtidos foram tratados estatisticamente no SPSS 14.0.

Questionário A – Avaliação do protector individual auditivo

As pontuações atribuídas a cada índice de conforto pelos diferentes trabalhadores, para cada um dos protectores usados, encontram-se descritas na tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Pontuação atribuída por cada um dos sujeitos que participaram no teste (J, F, M, P e X) aos índices de conforto, para os três protectores (I, II e III)

	J			F			M			P			X		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Atenuação	4	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
Pressão	4	3	5	2	4	2	2	3	5	3	3	4	3	3	3
Peso	1	1	5	1	1	2	1	1	3	1	1	4	1	2	3
Textura	2	2	2	2	3	3	2	3	4	1	2	3	2	4	4
Capacidade de dispersar o calor gerado	2	2	5	2	3	2	1	2	5	1	3	4	1	3	5
Capacidade de absorver o suor	4	4	5	2	3	2	1	1	5	1	2	4	1	3	5
Incomodidade na realização de tarefas	2	2	5	1	5	2	2	2	5	2	2	4	1	3	4
Colocação	4	2	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	4	4	5
Comunicação verbal	2	2	2	2	2	1	3	1	3	2	2	3	3	3	4
CLASSIFICAÇÃO GLOBAL	3	3	3	4	2	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3

- I – Tampão moldável
- II – Tampão pré-moldado
- III – Abafador

Face aos resultados descritos na tabela 5.4 tentou-se determinar se existiam diferenças nos valores médios das classificações atribuídas aos diferentes protectores para cada índice de conforto avaliado. Para isso recorreu-se a um teste paramétrico de Kruskal-Wallis, em que a hipótese nula (H_0) seria:

H₀: Não existem diferenças significativas no valor médio da classificação para os diferentes protectores.

Na tabela 5.5 encontram-se os resultados das estatísticas sumárias (média, mediana e desvio padrão) para cada variável (índice de conforto) e protector testado.

Tabela 5.5 – Estatística descritiva para cada índice de conforto face ao protector testado

Variável	Protector	Estatística	Valor
Atenuação	Moldável	Média	3.00
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	0.707
	Pré-Moldado	Média	2.80
		Mediana	3,00
		Desvio padrão	0.447
	Abafador	Média	2.60
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	0.548
Pressão	Moldável	Média	2.80
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	0.837
	Pré-Moldado	Média	3.20
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	0.447
	Abafador	Média	3.80
		Mediana	4.00
		Desvio padrão	1.304
Peso	Pré-Moldado	Média	1.20
		Mediana	1.00
		Desvio padrão	0.447

	Abafador	Média	3.40
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	1.140
Textura	Moldável	Média	1.80
		Mediana	2.00
		Desvio padrão	0.447
	Pré-Moldado	Média	2.80
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	0.837
	Abafador	Média	3.20
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	0.837
Capacidade de dispersar calor	Moldável	Média	1.40
		Mediana	1.00
		Desvio padrão	0.548
	Pré-Moldado	Média	2.60
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	0.548
	Abafador	Média	4.20
		Mediana	5.00
		Desvio padrão	1.304
Capacidade de absorver suor	Moldável	Média	1.80
		Mediana	1.00
		Desvio padrão	1.304
	Pré-Moldado	Média	2.60
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	1.140
	Abafador	Média	4.20
		Mediana	5.00
		Desvio padrão	1.304
Incomodidade na realização de tarefas	Moldável	Média	1.60
		Mediana	2.00
		Desvio padrão	0.548
	Pré-Moldado	Média	2.80
		Mediana	1.700
		Desvio padrão	1.304
	Abafador	Média	4.00
		Mediana	4.00
		Desvio padrão	1.225
Colocação	Moldável	Média	2.60
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	1.517
	Pré-Moldado	Média	2.20
		Mediana	2.00
		Desvio padrão	1.304
	Abafador	Média	1.80
		Mediana	1.00
		Desvio padrão	1.789
Comunicação Verbal	Moldável	Média	2.40

	Pré-Moldado	Mediana	2.00
		Desvio padrão	0.548
Abafador		Média	2.00
		Mediana	2.00
		Desvio padrão	0.707
		Média	2.60
		Mediana	3.00
		Desvio padrão	1.140

NOTA: O valor para o peso para o protector moldável foi omitido pelo facto de ter valores constantes.

A aplicação do teste de Kruskal-Wallis revela os resultados sintetizados na tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Resultados do teste de Kruskal-Wallis

Variável	Qui-Quadrado	g. l.	Valor prova
Atenuação	1.141818	2	0.565012
Pressão	2.262626	2	0.322609
Peso	11.70502	2	0.002873
Textura	6.651429	2	0.035947
Capacidade de dispersar calor	9.418182	2	0.009013
Capacidade de absorver suor	6.397765	2	0.040808
Incomodidade na realização de tarefas	7.354217	2	0.025296
Colocação	0.969002	2	0.616004
Comunicação Verbal (inteligibilidade)	1.373913	2	0.503105

Considerando um nível de significância de 5%, sempre que o valor de prova for inferior a 0.05 rejeita-se H_0 .

Assim, pode-se considerar que são dependentes do tipo de protector os seguintes índices de conforto:

- Peso
- Textura

- Capacidade de dispersar o calor
- Capacidade de absorver o suor
- Incomodidade na realização de tarefas

Os restantes índices (atenuação, pressão, colocação e inteligibilidade) não sofrem variações significativas no valor médio da classificação, para os diferentes protectores testados.

Para melhor visualização do comportamento das médias de cada um dos índices de conforto avaliados entre os diferentes protectores testados, apresentam-se de seguida os gráficos resultantes da análise das médias e respectivos intervalos de confiança de 95% (figuras 5.1 a 5.9).

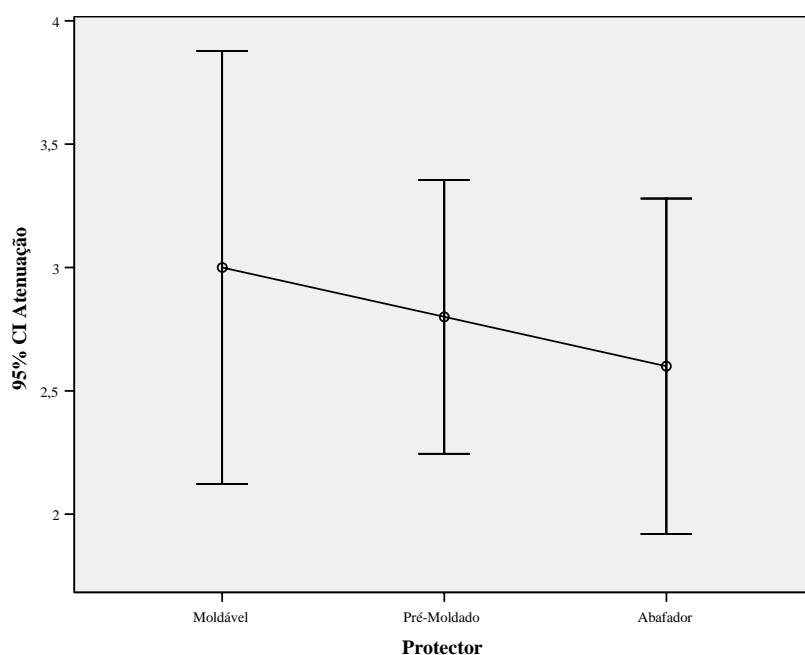


Figura 5.1 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “atenuação” para cada protector.

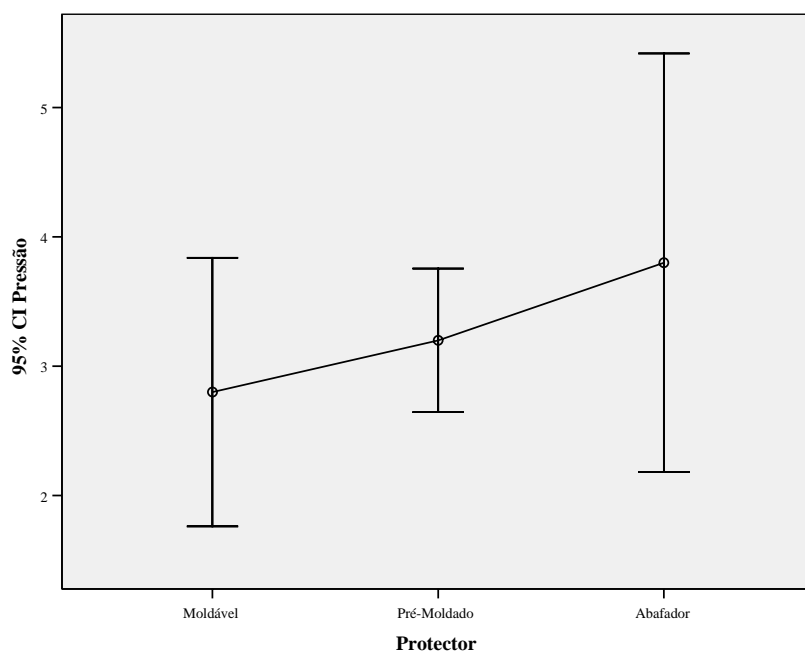


Figura 5.2 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “pressão” para cada protector.

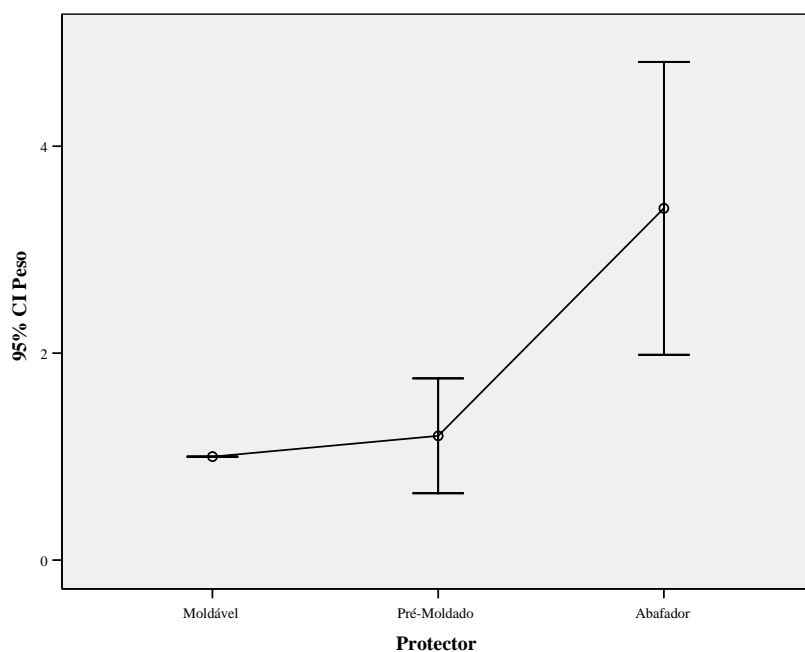


Figura 5.3 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “peso” para cada protector.

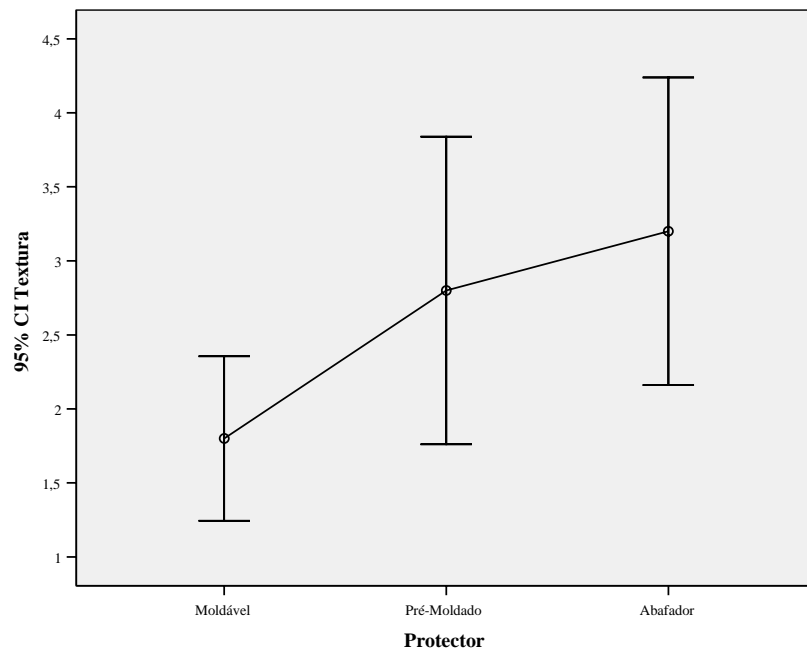


Figura 5.4 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “textura” para cada protector.

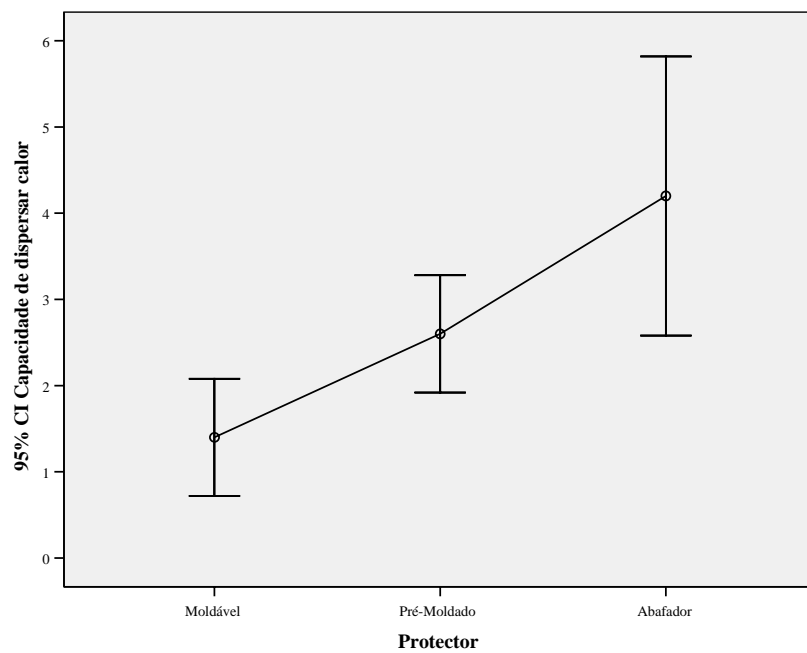


Figura 5.5 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “capacidade de dispersar o calor” para cada protector.

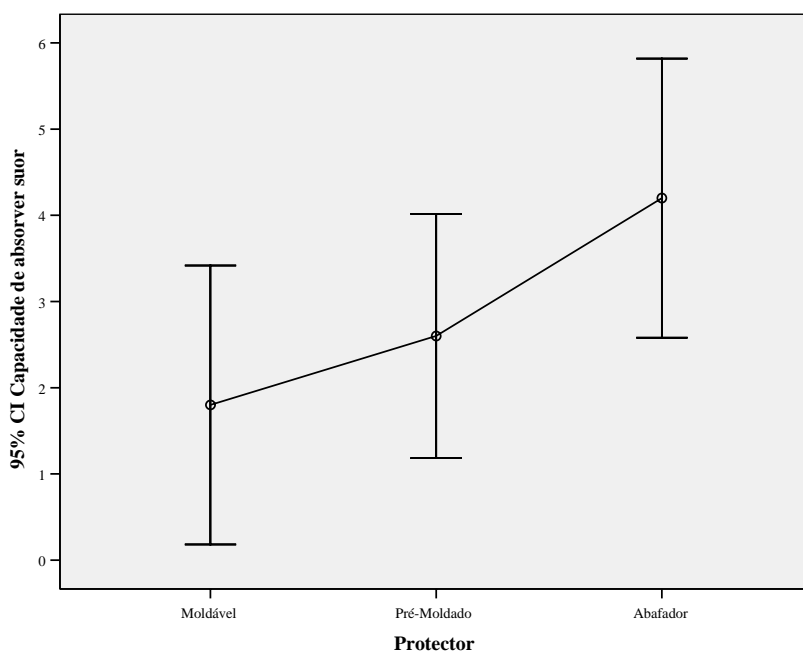


Figura 5.6 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “capacidade de absorver o suor” para cada protector.

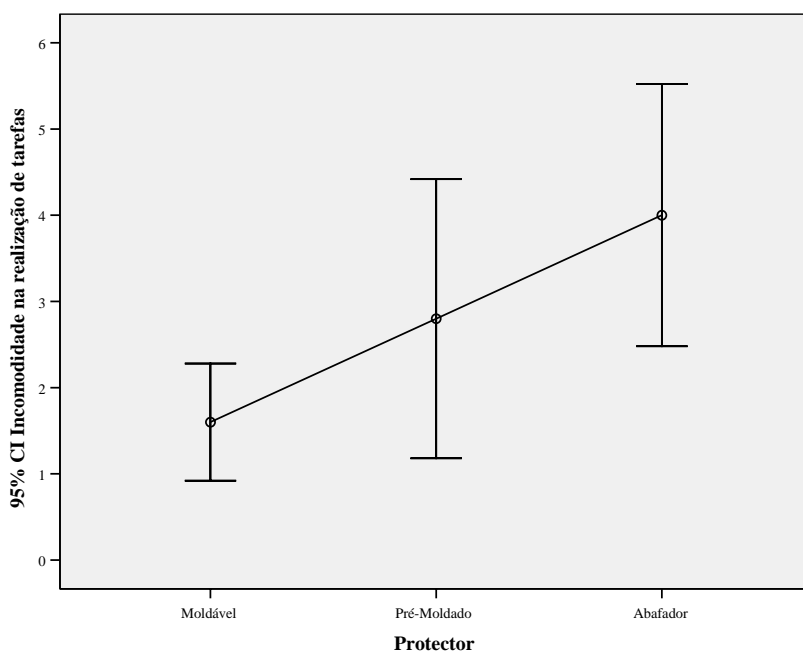


Figura 5.7 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “incomodidade na realização de tarefas” para cada protector.

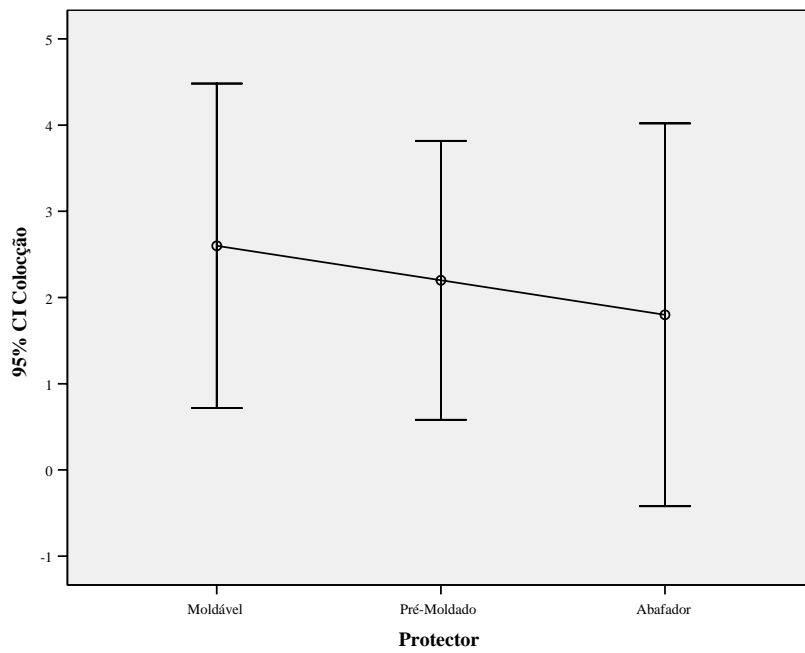


Figura 5.8 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “colocação” para cada protector.

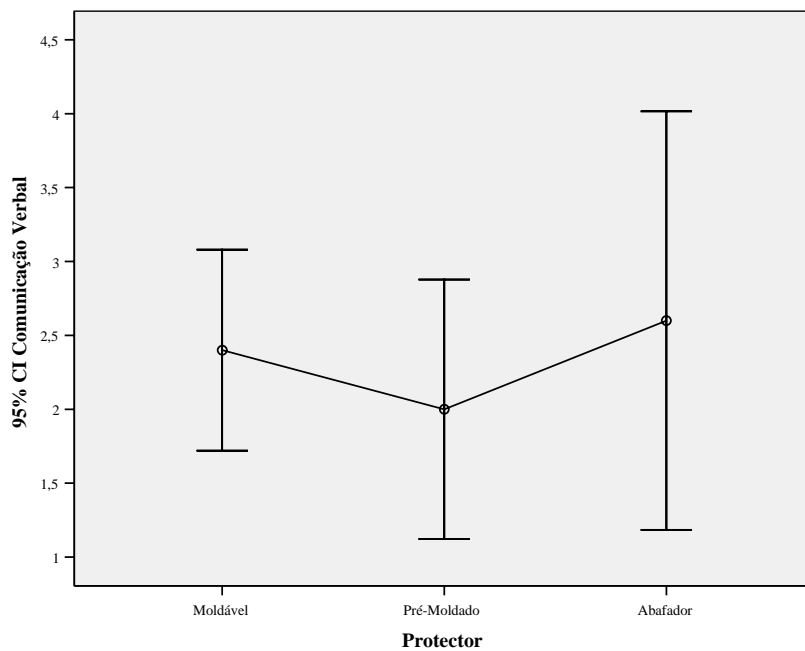


Figura 5.9 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para o índice de conforto “inteligibilidade” para cada protector.

O protector classificado como tendo a atenuação mais desajustada foi o moldável. Este é o equipamento cuja atenuação publicada pelo fabricante é mais elevada. O abafador foi considerado o protector auditivo com a atenuação mais adequada. Estes resultados podem ser interpretados de duas formas:

1. A atenuação conferida pelo tampão moldável era excessiva, potenciando desconforto (como descrito no capítulo 3.1);
2. O abafador foi classificado como o melhor pelo facto de conferir uma atenuação efectiva superior.

A apoiar a primeira hipótese existe o facto dos trabalhadores que participaram no estudo terem sido alvo de formação para a correcta colocação dos equipamentos de protecção individual. A sustentação da segunda hipótese encontra-se: no facto dos abafadores serem o protector auditivo para o qual se verificam menores variações entre a atenuação em contexto real e a anunciada pelo fabricante; nos resultados obtidos para a “facilidade de comunicação”, em que o abafador foi considerado o protector que causava maior dificuldade de comunicação (ver figura 5.9); bem como na “colocação” do tampão moldável, que foi considerada a mais difícil (ver figura 5.8) – maior probabilidade do protector ser incorrectamente colocado, sacrificando a eficácia de atenuação conferida.

O equipamento considerado mais desconfortável quanto à pressão exercida foi o abafador, por oposição ao tampão moldável que foi considerado o mais confortável, relativamente a este índice. No questionário existia uma referência à distinção que deveria ser feita quando se classificasse um protector quanto a este índice: no caso do abafador deveria ser avaliada a pressão exercida pela banda na cabeça, enquanto que para os tampões deveria ser analisada a pressão exercida no canal auditivo. O resultado obtido vai de encontro às referências bibliográficas.

No índice de conforto “peso” os tampões obtiveram pontuações médias bastante baixas, distanciando-se bastante do abafador que foi considerado o mais desconfortável, tal como era expectável.

A classificação média do índice “textura” do abafador foi a mais elevada (mais desconfortável), enquanto que o tampão moldável foi considerado o mais macio.

O protector com pior desempenho na dispersão de calor foi o abafador e o melhor foi o tampão moldável. Neste ponto é importante referir que os sujeitos que participaram no estudo trabalhavam em ambientes quentes e que, por isso, a má dispersão do calor potenciava o desconforto (tabela 5.3).

O abafador foi o protector que obteve a classificação média mais elevada no índice “capacidade de absorver o suor” e o tampão moldável o que obteve a classificação mais baixa. Isto, tal como no caso da capacidade de dispersar o calor gerado, é originado pelo facto do abafador envolver toda a zona auricular, dificultando a transferência de calor e de massa numa área bastante superior aos tampões que são introduzidos no canal auditivo.

A maior incomodidade na realização de tarefas surgiu quando se utilizava o abafador, seguido do tampão pré-moldado e só depois o moldável, que foi considerado aquele que incomodava menos na realização normal das tarefas. Os trabalhadores que participaram no estudo reportaram a incomodidade do abafador associada ao seu volume, que não lhes permitia aceder a locais apertados.

A colocação considerada mais fácil foi a do abafador e a mais complexa a do tampão moldável que implicava apertar o tampão, introduzi-lo no canal auditivo e segurá-lo durante dez segundos (este tempo revelou-se insuficiente para que este se moldasse ao canal auditivo). A má colocação poderá ter diminuído a eficácia de atenuação do tampão moldável.

O protector com pontuação média mais elevada no índice “dificuldade de comunicação” foi o abafador, por oposição ao tampão pré-moldado.

Se se analisar este gráfico em conjunto com o da figura 5.1, parece que o protector apresentado como sendo aquele que tinha atenuação adequada seria na realidade aquele com que os trabalhadores sentiam maior atenuação, já que o que apresenta maiores dificuldades de comunicação é também o considerado como tendo a atenuação mais adequada.

Para sintetizar os resultados dos gráficos das figuras 5.1 a 5.9, de forma a classificar os protectores como “melhor” e “pior”, construiu-se a seguinte tabela.

Tabela 5.7 – Síntese da análise comparativa dos índices de conforto entre os diferentes protectores

	Moldável		Pré-moldado		Abafador	
	Melhor	Pior	Melhor	Pior	Melhor	Pior
Atenuação		●			●	
Pressão	●					●
Peso	●					●
Textura	●					●
Capacidade de dispersar o calor	●					●
Capacidade de absorver o suor	●					●
Incomodidade na realização de tarefas	●					●
Colocação		●			●	
Inteligibilidade			●			●

Perante estes resultados verifica-se que o tampão moldável é aquele que apresenta melhores classificações no maior número de índices de conforto avaliados (pressão, peso, textura, capacidade de dispersar o calor, capacidade de absorver o suor e incomodidade na realização de tarefas), tendo sido classificado como o pior na atenuação e colocação. O abafador aparece como o oposto ao tampão moldável, isto é, tem as piores classificações onde o tampão moldável obteve os melhores resultados e na inteligibilidade, e é o melhor nos dois índices em que o tampão moldável foi classificado como o pior. Quanto ao tampão pré-moldado apenas foi o melhor no que diz respeito à inteligibilidade, nunca tendo sido o pior. Estas constatações parecem indicar que, globalmente, o protector mais confortável seria o moldável, seguido do pré-moldado e o mais desconfortável seria o abafador.

O facto de, no final do estudo, os trabalhadores que participaram indicarem que o protector que preferiam (e não o mais confortável) ser o pré-moldado, deverá estar relacionado com a dificuldade de colocação do tampão moldável. No entanto, a sensação de conforto durante o uso seria maior com o tampão moldável. Uma vez que, como referido anteriormente, os trabalhadores que participaram no estudo tinham um posto de trabalho com significativa mobilidade, colocavam e retiravam a protecção auditiva com alguma frequência e, por isso, a dificuldade de colocação assumia grande importância. Para postos de trabalho fixos esta situação seria minorada.

Os resultados da questão final, em que era solicitado ao operador que classificasse globalmente o protector quanto ao conforto, não apoiam os resultados traduzidos anteriormente (tabela 5.7). De facto, o teste de Kruskal-Wallis aplicado a essa questão demonstrou não existirem diferenças significativas entre o conforto dos três protectores testados (tabela 5.8)

Tabela 5.8 – Valores médios da classificação global de conforto dos protectores

	Média
Moldável	3.2
Pré-moldado	3.0
Abafador	3.2

Os resultados obtidos para o valor médio da classificação global de conforto são significativamente influenciados pelo facto da amostra ser pequena, isto porque, basta que um dos sujeitos que participou no estudo classifique o protector num dos extremos para desvirtuar o valor médio final.

Questionário B – Avaliação dos índices de conforto

O questionário B pretendia apurar de entre os índices de conforto analisados, quais os considerados mais relevantes na percepção de conforto dos utilizadores, isto é, pretendia-se hierarquizar os índices quanto à importância do seu contributo no conforto global.

Neste questionário a escala usada foi de 1 a 5, em que 1 correspondia a “insignificante” e 5 a “muito importante”.

Na tabela 5.9 encontram-se as pontuações atribuídas a cada índice pelos sujeitos que participaram no estudo.

Tabela 5.9 – Pontuação atribuída por cada um dos sujeitos que participaram no teste (J, F, M, P e X) à importância dos índices de conforto

	J	F	M	P	X
Atenuação	5	4	3	3	3
Pressão	4	4	4	4	4
Peso	5	4	5	3	4
Textura	3	3	3	3	3
Capacidade de dispersar o calor gerado	3	5	4	4	4
Capacidade de absorver o suor	4	4	3	4	4
Incomodidade na realização de tarefas	4	1	2	3	4
Colocação	4	3	5	4	4
Comunicação verbal	3	4	3	4	4

Na figura 5.10 representam-se os valores médios da importância para os diferentes índices de conforto e respectivos intervalos de confiança a 95%.

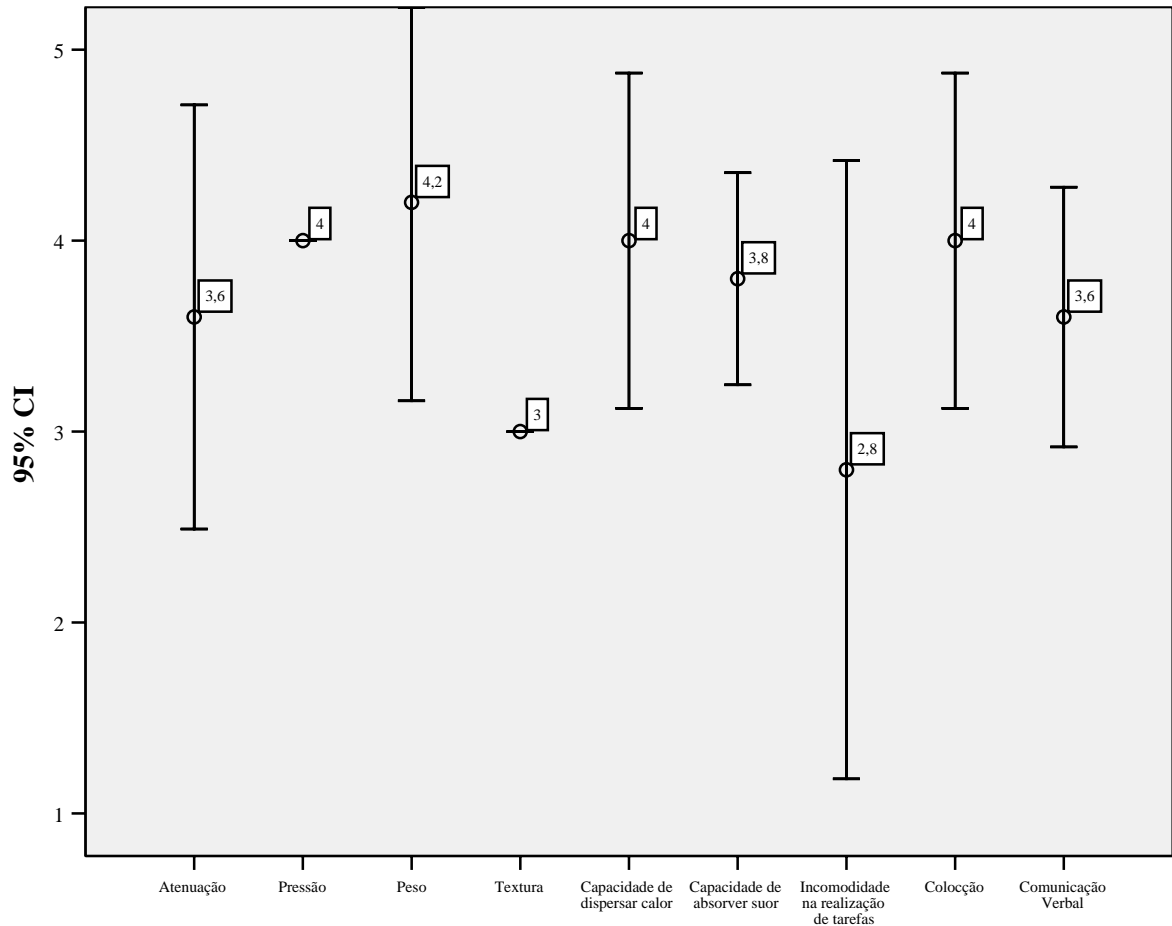


Figura 5.10 – Distribuição das classificações médias e respectivos intervalos de confiança a 95% para os índices de conforto.

Todos os índices de conforto obtiveram classificações médias superiores a 2.5 (meio da escala), o que significa que todos foram considerados relevantes para a percepção de conforto.

Se se ordenar os índices por ordem decrescente de importância temos:

- Peso → 4.2

- Pressão → 4
- Capacidade de dispersar o calor → 4
- Colocação → 4
- Capacidade de absorver o suor → 3.8
- Atenuação → 3.6
- Comunicação verbal → 3.6
- Textura → 3
- Incomodidade na realização de tarefas → 2.8

A atenuação, que é o aspecto mais frequentemente avaliado na selecção dos protectores individuais, foi colocada pelos utilizadores em sexto lugar na classificação de importância dos índices de conforto.

A capacidade de dispersar o calor gerado e, conseqüentemente, a capacidade de absorver o suor, obtiveram importâncias elevadas (terceiro e quinto lugar, respectivamente) porque o ambiente de teste apresentava temperaturas elevadas. Caso operassem em ambientes frios esta ordem de prioridades poderia ser alterada.

A colocação foi um dos três índices classificados em segundo lugar de importância. A importância que este parâmetro tinha para os trabalhadores que testaram os protectores está intimamente relacionada com a característica de mobilidade dos seus postos de trabalho – colocavam e retiravam a protecção auditiva várias vezes durante o horário de trabalho.

6. CONCLUSÕES

As conclusões retiradas podem ser subdivididas em dois grupos:

1. Conclusões relacionadas com o conforto dos protectores individuais auditivos estudados (Questionário A);
2. Conclusões relacionadas com a importância dos índices de conforto estudados (Questionário B).

Conforto dos protectores individuais auditivos

i) São dependentes do tipo de protector os seguintes índices de conforto:

- Peso
- Textura
- Capacidade de dispersar o calor
- Capacidade de absorver o suor
- Incomodidade na realização de tarefas

Os restantes índices de conforto estudados (atenuação, pressão, colocação e inteligibilidade) não apresentam variações significativas no valor médio da classificação, para os diferentes protectores.

ii) O protector auditivo classificado no maior número de índices de conforto (pressão, peso, textura, capacidade de dispersar o calor, capacidade de absorver o suor e incomodidade na realização de tarefas) com as melhores pontuações foi o tampão moldável. Este dispositivo obteve as piores classificações do teste na atenuação e colocação.

iii) O protector auditivo classificado no maior número de índices de conforto (pressão, peso, textura, capacidade de dispersar o calor, capacidade de absorver o suor, incomodidade na realização de tarefas e inteligibilidade) com as piores pontuações foi o abafador. Este dispositivo obteve as melhores classificações na atenuação e colocação.

iv) O tampão pré-moldado não é considerado em nenhum índice como o mais desconfortável, sendo o melhor na inteligibilidade.

vi) Aparentemente os utilizadores consideraram como tendo a atenuação mais adequada o protector auditivo que produzia uma maior atenuação efectiva (embora a atenuação publicada pelo fabricante fosse maior para o tampão moldável, a dificuldade de colocação deste dispositivo conduzia a uma incorrecta introdução e, conseqüentemente, má atenuação).

vii) A pressão exercida no pavilhão auricular/ cabeça pelo abafador foi considerada mais incomodativa do que a pressão exercida no interior do canal auditivo pelos tampões.

viii) Em ambientes quentes o abafador torna-se mais desconfortável, no que diz respeito aos índices “dificuldade de dispersar o calor” e “capacidade de absorver o suor”, do que os tampões.

ix) O reduzido número da amostra parece ter desvirtuado os resultados da questão acerca da percepção global de conforto (última questão do questionário A). Aparentemente não existiriam diferenças significativas de conforto entre os protectores estudados, mas este resultado é influenciado por classificações nos extremos da escala de um dos trabalhadores.

x) Apesar dos participantes no teste considerarem o tampão moldável como o mais confortável de usar, transmitiram que preferiam o tampão pré-moldado. Isto deve-se à grande mobilidade do seu posto de trabalho, que faz com que removam e coloquem a protecção auditivas várias vezes, assumindo a dificuldade de colocação, em que o tampão moldável foi considerado o pior, uma grande importância.

Importância dos índices de conforto

i) Todos os índices de conforto estudados foram considerados relevantes para a sensação global de conforto.

ii) A ordem decrescente de importância no contributo para a sensação global de conforto dos índices estudados é a seguinte:

- Peso
- Pressão = Capacidade de dispersar o calor = Colocação
- Capacidade de absorver o suor
- Atenuação = Comunicação verbal
- Textura
- Incomodidade na realização de tarefas

iii) Esta ordem de importância dos índices de conforto reflecte as características dos postos de trabalho dos trabalhadores que usaram os equipamentos. A elevada importância atribuída à “colocação” e à “capacidade de dispersar o calor” está associada à grande mobilidade dos trabalhadores (colocavam e removiam a protecção várias vezes no decorrer do horário de trabalho) e às temperaturas operativas elevadas, respectivamente. Noutras condições de utilização a hierarquização dos índices de conforto poderá ser distinta.

É importante referir que, pelo facto da amostra ser pequena (cinco trabalhadores), o significado estatístico dos resultados é reduzido, pelo que a extrapolação destes resultados a outros contextos e amostras poderá não apresentar grande fiabilidade.

As conclusões deste estudo podem constituir a base de partida para o sucesso de um programa de conservação auditiva que passe pelo uso de protecção individual.

Os técnicos de Segurança, Higiene e Saúde no trabalho, responsáveis pela selecção dos protectores individuais auditivos, podem analisar as características dos dispositivos tendo presente a sua influência em cada índice de conforto, principalmente naqueles considerados mais relevantes. Isto permite que se ponha de lado a atitude simplista de seleccionar a protecção auditiva somente em função da atenuação conferida.

Protectores mais confortáveis irão certamente ter uma maior aceitação por parte dos utilizadores, o que significa maior utilização e, conseqüentemente, maior protecção contra o ruído.

Apresentam-se de seguida algumas propostas para estudos futuros centrados nesta temática, que poderiam acrescentar mais valias ao presente trabalho:

- Aumentar o tamanho da amostra participante no estudo, o que permitirá uma extrapolação mais fiável dos resultados;
- Alargar a amostra de trabalhadores a sujeitos com diferentes níveis de formação, para determinar qual a influência desta variável nos resultados;
- Incluir novos tipos de protectores, quanto à forma, tipo de atenuação conferida e materiais;
- Estudar o efeito da importância atribuída aos índices na sensação global de conforto relatada pelos utilizadores
- Estudar a hierarquização destes índices de conforto em diferentes ambientes ocupacionais nomeadamente ambientes térmicos frios e postos de trabalho fixos;
- Verificar a influência da percepção de conforto na taxa de utilização dos equipamentos.

7. BIBLIOGRAFIA

[1] Arezes, P. M. 1998, *Análise do conforto e eficiência de protectores individuais auditivos em meio industrial*, Tese de Dissertação de Mestrado em Engenharia Humana, Universidade do Minho.

[2] Arezes, P. M.; Miguel, S. A. 2005, “A tecnologia actual na protecção individual auditiva”, *Valorização de resíduos*, n.º7, pp 7-11.

[3] Arezes, P. M.; Miguel, A.S. 2002, “*Hearing protectors acceptability in noisy environments*”, *The annals of occupational hygiene*, vol. 46, pp 531-536.

[4] Berger, E. H. *Motivating employees to wear hearing protection devices* [on-line]

http://www.e-a-r.com/hearingconservation/earlog_main.cfm

2 Ago. 2005

[5] Berger, E. H. *Responses to questions and complaints regarding hearing and hearing protection (Part III)* [on-line]

http://www.e-a-r.com/hearingconservation/earlog_main.cfm

2 Ago. 2005

[6] Decreto-Lei n.º 72/92 de 28 de Abril, Protecção dos trabalhadores contra os riscos devidos à exposição ao ruído durante o trabalho.

[7] Decreto Regulamentar n.º 9/92 de 28 de Abril, Regulamenta o Decreto-Lei n.º 72/92.

[8] Directiva 2003/10/CE de 6 de Fevereiro, Prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído).

[9] EN 352-1:2002, Protectores de ouvido. Requisitos gerais. Parte 1: Protectores auriculares.

[10] EN 352-2:2004, Protectores de ouvido. Requisitos gerais. Parte 2: Tampões auditivos.

[11] EN 458:2004, Protectores auditivos. Recomendações relativas à selecção, utilização, cuidados na utilização e à manutenção.

[12] Eleftheriou, P. C. 2002, "Industrial noise and its effects on human hearing", *Applied Acoustics*, vol.63, pp 35-42.

[13] Fernandes, J. C. 2003 "Effects of hearing protector devices on speech intelligibility", *Applied Acoustics*, vol. 64, pp 581-590.

[14] Fernandes, J. C. 2004, *Avaliação da perda de audição induzida por ruído em trabalhadores expostos a níveis inferiores a 85db(A)* [on-line]

<http://www.saudeetrabalho.com.br/t-ruído.htm>

5 Ago. 2005

[15] Franks, J. R.; Berger, E. H 1998, *Hearing protection* [on-line]

www.worksafesask.ca.

2 Ago. 2005

[16] Harrison, C. 1993, *Hearing Protection attenuation. Is more really better?* OH&S Canada.

[17] Hsu, Y.; Huang, C.; Yo, C.; Chen, C.; Lien, C. 2004, "Comfort evaluation of hearing protection", *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 33, pp 543-551.

[18] Institute of Occupational Medicine for the Health and Safety Executive, *Behavioural studies of people's attitudes to wearing hearing protection and how these might be changed*, Research report 28, United Kingdom.

[19] Kuijt-Evers, L. F. M.; Groenesteijn, L.; Looze, M. P.; Vink, P. 2004, "Identifying factors of comfort in using hand tools", *Applied Ergonomics*, vol. 35, pp 453-458.

[20] May, J. J. 2000, "Occupational hearing loss", *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 37, pp 112-120.

[21] Park, M.; Casali, J. G. 1991, "An empirical study of comfort afforded by various hearing protection devices: Laboratory versus field results", *Applied Acoustics*, vol. 34, pp 151-179.

[22] Pestana, D; Gageiro, H. 2001, *Análise de dados para as ciências sociais: a complementaridade do SPSS*, Edições Sílabo.

[23] Siegel, S.; Castellan, N. J. 1988, *Nonparametric statistics for the behavioural sciences*, 2.^a edição, MacGrawHill.

[24] Seligman, J.; Nudelmann, A. A. 2001, *Contra-indicações ao uso de equipamento individual de protecção auricular* [on-line]

www.saudeetrabalho.com.br/t-ruído.htm

5 Ago. 2005

**A
N
E
X
O
S**

ANEXO I

QUESTIONÁRIO A

QUESTIONÁRIO A

Avaliação do Protector Individual Auditivo

NOME: _____

Seleccione o protector auditivo usado no decorrer da passada semana:



Classifique o protector auditivo testado quanto aos itens que se apresentam de seguida.

Atenuação	Boa	1	2	3	4	5	Má
Pressão abafadores – exercida pela banda tampões – no canal auditivo	Adequada	1	2	3	4	5	Inadequada
Peso	Leve	1	2	3	4	5	Muito pesado
Textura	Macia	1	2	3	4	5	Áspera
Capacidade de dispersar o calor gerado	Boa	1	2	3	4	5	Má
Capacidade de absorver o suor	Boa	1	2	3	4	5	Má
Incomodidade na realização de tarefas	Nenhuma	1	2	3	4	5	Muita
Colocação	Fácil	1	2	3	4	5	Difícil
Comunicação verbal	Fácil	1	2	3	4	5	Difícil

Globalmente, como classifica o protector auditivo usado?

DESCONFORTÁVEL	1	2	3	4	5	CONFORTÁVEL
-----------------------	---	---	---	---	---	--------------------

OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO!

ANEXO II

QUESTIONÁRIO B

QUESTIONÁRIO **B**

Avaliação dos Parâmetros de Conforto

NOME: _____

Classifique, segundo a sua opinião, a relevância de cada um dos parâmetros de conforto avaliados no Questionário *A*, no conforto global do protector auditivo testado, considerando uma escala de 1 a 5, em que:

1 – INSIGNIFICANTE 5 – MUITO IMPORTANTE

Atenuação	1	2	3	4	5
Pressão					
abafadores – exercida pela banda	1	2	3	4	5
auriculares – no canal auditivo					
Peso	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Capacidade de dispersar o calor gerado	1	2	3	4	5
Capacidade de absorver o suor	1	2	3	4	5
Incomodidade na realização de tarefas	1	2	3	4	5
Colocação	1	2	3	4	5
Comunicação verbal	1	2	3	4	5

OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO!