

LOCALIZAÇÃO E PERCEÇÃO DA DISTÂNCIA DE ESTÍMULOS AUDITIVOS COM PROTECÇÃO AUDITIVA: UM ESTUDO PRELIMINAR

Pedro M. Arezes¹, Liliana Maia¹

¹Laboratório de Ergonomia, Escola de Engenharia da Universidade do Minho
parezes@dps.uminho.pt

Resumo

A utilização de protecção individual auditiva na indústria apenas será eficaz se não se comprometer a capacidade auditiva dos utilizadores, em particular a capacidade para ouvir e diferenciar sinais de alarme, assim como a percepção da comunicação verbal. O objectivo deste estudo consistiu na análise da influência da protecção auditiva na percepção da distância e localização espacial de estímulos acústicos de alarme, utilizando para o efeito vários tipos de protecção auditiva e a condição sem protecção. A metodologia aplicada consistiu em testar individualmente vários sujeitos com um alarme gravado anteriormente e emitido, posteriormente, em várias posições de uma sala, sem que o sujeito pudesse visualizar a localização da fonte. Os sujeitos deveriam ser capazes de localizar os estímulos auditivos numa grelha de 9 posições distintas. Os resultados obtidos permitiram verificar que os protectores tendem a dificultar a localização auditiva, sendo que a melhor performance é obtida quando se utilizam os tampões. Adicionalmente, verificou-se que os sujeitos apresentam uma melhor performance quando utilizam os protectores passivos, em detrimento dos protectores activos.

Palavras-chave: ruído, protecção auditiva, percepção, orientação espacial, alarme.

Abstract

The use of individual hearing protection in industry will only be effective if it does not restrict users' hearing ability, in particular to perform auditory tasks such as signal detection and discrimination, sound localization and speech understanding. The aim of this study was to analyse users' performance, in terms of auditory localization, by comparing different hearing protection conditions and the unprotected condition. The applied test procedure has consisted in testing each subject with a previously recorded forklift backup alarm in different positions on their back. Subjects were required to locate the position of the noise stimuli in a grid of 9 possible positions. Results were compared in terms of errors detection and considering the different types of hearing protectors. The obtained results show that the best users' performance, considering the use of hearing protection, was obtained using earplugs. Moreover, users have presented a better test performance using passive devices than with active devices.

Keywords: noise, hearing protection, perception, spatial orientation, alarm

1 Introdução

Nestes últimos anos, o fenómeno do ruído tem ocupado um lugar de destaque nas preocupações da sociedade, uma vez que este afecta uma grande parte da população e apresenta uma grande diversidade nas fontes de emissão.

A percepção auditiva é uma das vias importantes, tal como a visão, para se aceder ao conhecimento do espaço, sendo útil distinguir as informações relacionadas com a distância do estímulo sonoro assim como a sua localização espacial.

O ruído não só pode causar perda auditiva, como constitui também uma fonte de degradação das comunicações, da segurança e do desempenho no trabalho [1]. Como consequência, o recurso aos equipamentos de protecção individual auditiva tem vindo a aumentar. Contudo, nem sempre a sua selecção é feita da forma mais eficiente. Além do mais, muitos trabalhadores queixam-se que o uso de equipamentos de protecção individual auditiva não lhes permitem ouvir os sinais de aviso [2].

É também consensual que, para além das características de atenuação dos equipamentos de protecção individual auditiva, existem outros factores importantes que afectam a percepção individual para ouvir sinais auditivos. Estes factores incluem o conforto, a atenção (ou a sua falta), as características dos sinais de aviso e a perda auditiva que o indivíduo possa ter [3].

O presente trabalho teve como objectivo a análise da influência da utilização da protecção individual auditiva na percepção espacial e de distâncias de sinais acústicos, nomeadamente na identificação de um sinal de alarme utilizados em veículos industriais para sinalização de marcha-atrás.

2 Metodologia

Tendo em consideração os objectivos enunciados para este estudo e de acordo com um protocolo de ensaio laboratorial devidamente estruturado, pretendeu-se simular, em meio laboratorial, a situação real existente em meio industrial. Para tal, foi solicitada a colaboração voluntária de 20 sujeitos de teste, sem experiência anterior de trabalho em ambientes industriais, sem experiência no uso de protectores individuais auditivos e sem qualquer alteração da função auditiva diagnosticada anteriormente.

Como estímulo acústico foi utilizada uma fonte muito frequente na indústria transformadora, a sirene identificadora de marcha-atrás existente nos empilhadores e outros veículos motorizados. Para tal este sinal foi gravado previamente num ficheiro com extensão .mp3 e reproduzido, posteriormente, no local de ensaio. As características do sinal e a sua duração foram reproduzidas sempre de forma constante [4].

O espaço físico onde se realizaram os ensaios é constituído por uma sala ampla e vazia com as dimensões de 6 × 8 metros, tendo os ensaios sido realizados sem qualquer fonte de simulação do ruído de fundo. A figura 1 mostra um esquema da sala de ensaio utilizada, bem como das posições da grelha utilizadas para a emissão do estímulo acústico.

No tocante ao tipo de protectores auditivos ensaiados, e devido à enorme variedade de protectores disponíveis no mercado, optou-se por ensaiar um de cada tipo, dando preferência aos modelos mais frequentemente utilizados na indústria. Deste modo, foram seleccionados 3 tipos de protectores (Figura 2), nomeadamente os tampões auditivos modelo «EAR Ultrafit», os protectores auriculares, ou abafadores, «Bilsom 747» e um modelo de protector activo, o protector «Ceotronics».

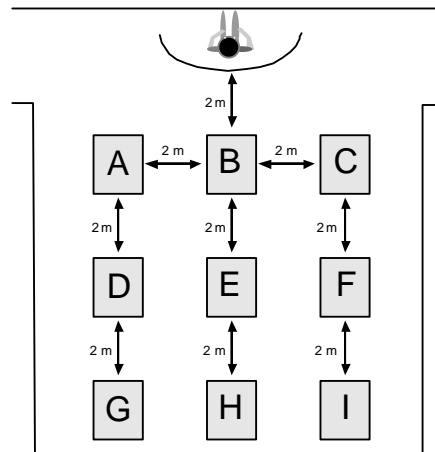


Figura 1 – Esquema de posicionamento dos locais de emissão do estímulo auditivo.

O procedimento de ensaio utilizado consistiu em realizar várias etapas de teste a ser cumpridas por todos os sujeitos de ensaio, nomeadamente: (1) o sujeito era colocado no fundo da sala virado para a parede, de modo a não visualizar a localização seleccionada para a fonte de emissão sonora; (2) a ordem da condição de protecção seria gerada aleatoriamente; (3) Para além da definição da ordem do tipo de protecção auditiva a usar, o teste incluía sempre um ensaio sem qualquer protecção auditiva; (4) Para cada tipo de protecção testada (inclusive a condição de “sem protecção”), era seleccionadas aleatoriamente 3 das 9 zonas pré-definidas na sala para colocação da fonte sonora; (5) para cada sujeito, a selecção das zonas teve sempre em consideração a necessidade de testar as 3 possibilidades de localização do sentido (lado esquerdo, centro e lado direito do sujeito) e as 3 possibilidades de localização da distância (fila da frente, do meio e de trás). Contudo, os sujeitos de teste não tinham conhecimentos desta condição.



Figura 2 – Protectores individuais auditivos testados (a partir da esquerda, tampões, protector do tipo abafador passivo e do tipo abafador activo, respectivamente).

2.1 Critérios para Avaliação

A definição da qualidade das respostas dos ensaios seria determinada pelo desvio entre a resposta indicada pelo sujeito e a posição correcta da qual tinha sido emitido o estímulo acústico. Assim, para cada estímulo emitido numa determinada posição, verificou-se se a resposta dada pelo participante no ensaio correspondia à correcta ou se, pelo contrário, correspondia a uma desvio em relação à mesma. Para uma melhor avaliação destes resultados e respectivo tratamento qualitativo dos dados, atribuiu-se uma pontuação de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Pontuação atribuída às respostas em função da posição “alvo”.

Pontuação	Sentido	Distância
0	Sem desvio	Sem desvio
1	Desvio de 1 posição	Desvio de 1 posição
2	Desvio de 2 posições	Desvio de 2 posições

Convém aqui referir que a pontuação utilizada é sempre considerada em termos absolutos, ou seja, não há diferenciação se o desvio é para a direita ou para a esquerda, no que diz respeito ao parâmetro “sentido”, ou se o desvio é para mais próximo ou para mais afastado do sujeito, no tocante ao parâmetro “distância”.

A utilização desta regra deve-se ao facto de, em todas as situações, existir um risco associado à não identificação do sinal sonoro de alarme. Facilmente se compreende que, em meio industrial, um colaborador da empresa poderá ver-se envolvido numa situação de risco caso perceba que o sinal de alarme está longe quando ele efectivamente está perto. O mesmo acontece na situação inversa, ou seja, o colaborador percebe um sinal como estando perto, quando ele efectivamente está mas afastado. Neste caso, tal irá originar uma preocupação e insegurança por parte do colaborador que, muito provavelmente, não se justifica. Esta situação pode ainda ter outras implicações no que diz respeito à segurança dos colaboradores, basta pensarmos que um determinado colaborador irá, muito provavelmente, ignorar o alarme caso se aperceba que, de forma frequente, o empilhador se encontra na realidade afastado, mesmo quando ele julga que o mesmo está próximo.

3 Resultados

Usando a nomenclatura anteriormente citada e comparando com as posições reais, os desvios totais obtidos para cada tipo de protector, de acordo com a classificação referida na tabela 1, são apresentados na figura 3.

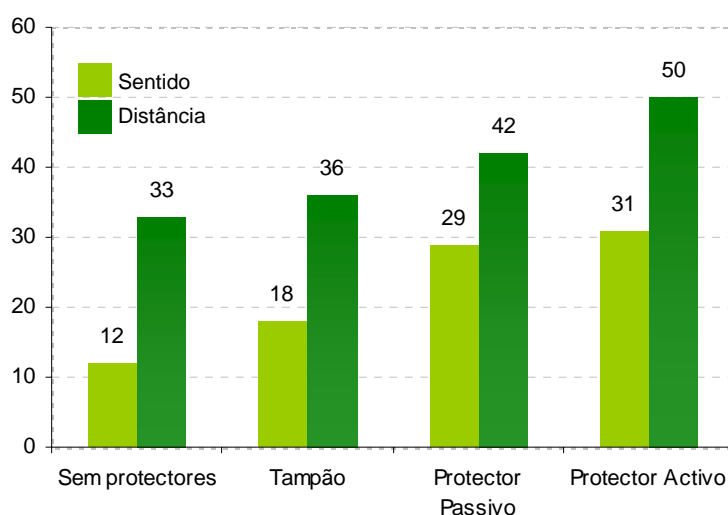


Figura 3 – Desvios totais em relação ao parâmetro “sentido” e ao parâmetro “distância”

Tendo em consideração estes valores dos desvios, poder-se-á calcular a percentagem de respostas que indicaram a posição correcta, ou seja, a posição “alvo” (considerando em simultâneo os parâmetros

“sentido” e “distância”). Os valores destas percentagens para cada tipo de protector são apresentados na figura 4.

De forma mais detalhada, poder-se-á tentar identificar os principais desvios nos ensaios, considerando a percentagem de acertos de acordo com a posição utilizada nos testes. Esta análise está representada nas figuras 5 e 6.

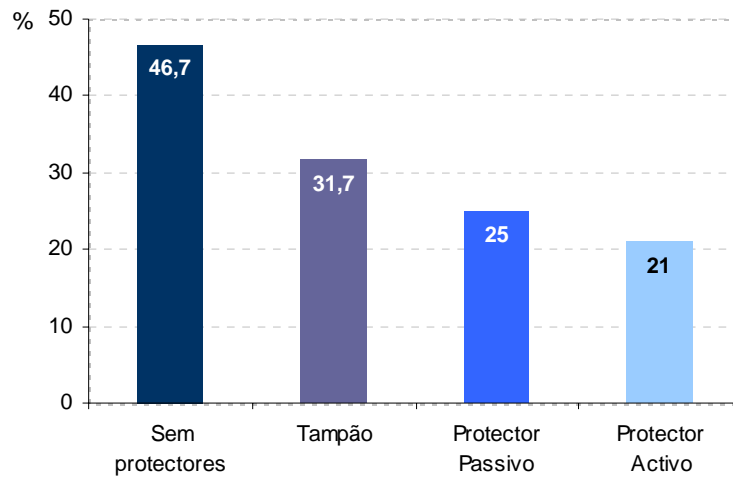


Figura 4 - Percentagem de respostas com acerto na posição “alvo”

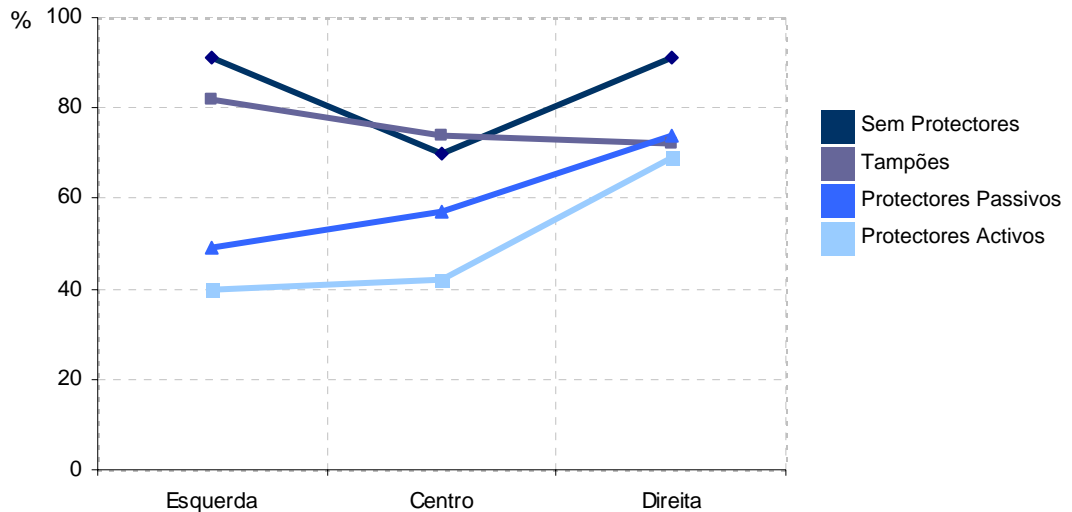


Figura 5 – Percentagem de acertos em relação ao parâmetro “sentido”.

Tendo em consideração alguns dos resultados apresentados nas figuras anteriores, verifica-se que, em relação ao parâmetro “sentido” (Figura 5), existe uma diminuição de acertos ao centro para “Tampão” e “Sem protectores”. Tanto para o “Protector Passivo” como para o “Protector Activo” existe um aumento gradual do desempenho, a partir do lado esquerdo até ao direito.

Relativamente ao parâmetro “distância” (Figura 6) constata-se que as condições “Sem protectores” e “Protector Passivo” apresentam o mesmo comportamento, ou seja, apresentam um óptimo

desempenho na linha de trás. Exceptuando o “Tampão”, todas as restantes condições melhoraram o seu desempenho na linha de trás.

Apesar de não se existir uma explicação imediata e óbvia para os resultados descritos, constata-se que em todas as situações, existe uma maior dificuldade em identificar o sinal sonoro no parâmetro “distância” e quando este está mais próximo do sujeito (só no tampão auditivo é que tal não se verifica). No caso do parâmetro “sentido” verifica-se que a dificuldade surge no centro e não nos lados.

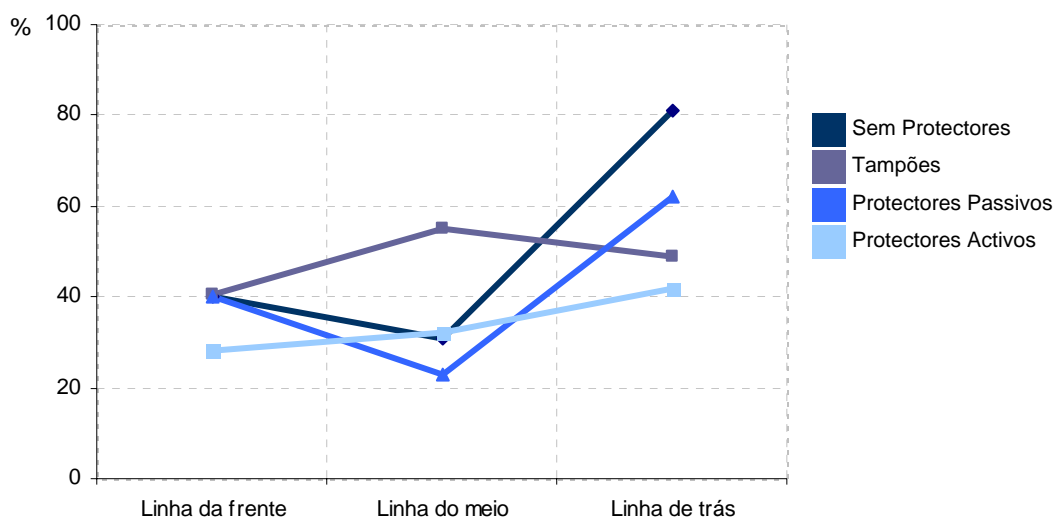


Figura 6 – Percentagem de acertos em relação ao parâmetro “distância”.

O gráfico da figura 7 permite ilustrar visualmente as diferenças existente entre as várias condições de protecção, relativamente a ambos os parâmetros testados, e considerando o valor médio do desvio nas respostas.

Assim, e de acordo com o esperado, o melhor desempenho (menor desvio médio) foi obtido quando o utilizador não usa qualquer tipo de protecção. Por isso, na figura 7, utilizou-se como valor base a condição de “Sem protecção” e representou-se, através das barras, o desvio de cada uma das condições em relação a esta condição base.

A partir da figura 7 é possível verificar que o melhor desempenho é conseguido nos tampões (menor desvio em relação à condição base), seguido dos protectores passivos e dos protectores activos.

É também facilmente constatável que a mesma ordem decrescente de desempenho se aplica a ambos os parâmetros (sentido e distância), uma vez que as curvas apresentadas têm uma inclinação semelhante. Por outro lado, nota-se que o desempenho é, manifestamente, melhor em termos do parâmetro sentido uma vez que os desvios apresentados neste parâmetro são menores em todas as condições de protecção.

Pese embora o parâmetro distância apresentar maiores desvios em todas as condições, utilizando como referência a condição de “Sem utilização”, verificamos que a maior diferença diz respeito ao parâmetro sentido, uma vez que a diferença máxima é, neste caso, de 0,37, enquanto que para o parâmetros distância a diferença é de apenas 0,33.

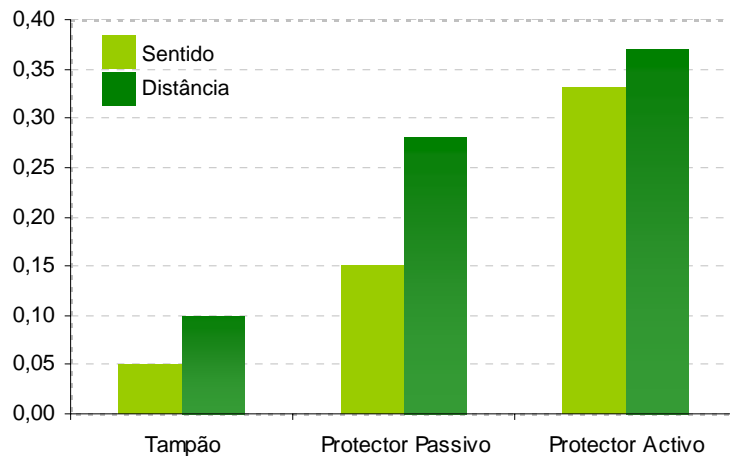


Figura 7 – Diferença entre média dos desvios face à situação “Sem Protectores”.

4 Conclusões

São frequentes as queixas de muitos colaboradores das empresas que afirmam que o uso de Protectores Auditivos impede, ou dificulta, a percepção de sinais sonoros, em particular dos sinais de alarme [2].

Os resultados que foram encontrados ao longo deste estudo acabam por justificar tal comportamento. Contudo, verifica-se igualmente que mesmo sem a utilização de protectores auditivos existe uma dificuldade na percepção da distância e na localização espacial de estímulos acústicos. Por outras palavras, a dificuldade em localizar o estímulo auditivo é algo que também se verifica em sujeitos que não utilizem protectores auditivos e, por isso, é muito provável que a responsabilidade da protecção auditiva seja, por vezes, exagerada pelos seus utilizadores. Será também provável que os colaboradores das empresas utilizem este argumento para justificarem a decisão de não utilizarem protecção auditiva, mesmo que o verdadeiro motivo esteja associado a outros factores, como por exemplo o desconforto causado por este tipo de equipamento individual.

No entanto, e como expectável, verifica-se, efectivamente, que o uso de protectores individuais auditivos prejudica a percepção do sinal sonoro, embora como anteriormente já citado, esta dificuldade de percepção auditiva já exista independentemente da condição de protecção. Tal dificuldade é ainda mais grave se se considerar que a incorrecta percepção dos sinais auditivos de alarme poderá apresentar implicações graves no que diz respeito às situações de trabalho. A existência de situações potenciadoras de acidentes, ou de insegurança constante, fazem com que seja importante identificar a localização espacial do sinal sonoro e, de igual modo, tornam vital a identificação da distância do mesmo.

Com os resultados obtidos neste estudo, verifica-se que a utilização de protectores do tipo activo deve ser feita com algumas precauções, em particular em ambientes acústicos onde exista a necessidade dos operadores identificarem espacialmente alguns estímulos acústicos. Neste tipo de ambientes acústicos, e segundo os resultados obtidos, se houver necessidade de proteger os trabalhadores, esta protecção deverá ser feita utilizando preferencialmente tampões, uma vez que estes foram os protectores que revelaram uma menor interferência com a correcta percepção da origem dos estímulos acústicos.

Estes resultados vêm também ao encontro de outros resultados reportados por outros investigadores que indicam que, em situações em que é necessário localizar a direcção das fontes de ruído, deve ser

evitada a utilização de protectores auditivos do tipo abafador, dado que este tipo de protectores impede, ou dificulta, tal localização [5].

Em locais de trabalho onde seja importante, ou mesmo essencial, a percepção do sinal sonoro de alarme com o uso de equipamentos de protecção individual, seria benéfico proceder a um treino/formação para que os colaboradores possam aperfeiçoar a sua susceptibilidade/sensibilidade aos sinais sonoros. Deste modo, o utilizador de protecção auditiva poderia reconhecer com maior facilidade os sinais acústicos, criando mecanismos de “defesa” para executar as tarefas atribuídas. Uma outra solução poderia passar a utilizar os sinais sonoros de alarme associados a sinais visuais colocados em local visível para o trabalhador.

Para finalizar, refere-se apenas que o presente trabalho, sendo um trabalho preliminar, poderá ser alvo de futuros desenvolvimentos. Assim, parece ser de especial actualidade e importância a inclusão na amostra de sujeitos com experiência no meio industrial, por forma a poder verificar se o factor associado à experiência dos colaboradores no terreno poderá influenciar os resultados. Em termos de protocolo de ensaio, o actual estudo permitiu verificar que os ensaios poderão ter em consideração outras condições de testes, nomeadamente a utilização de diferentes tipos de sala, incluindo locais menos reverberantes e a inclusão de ruído de fundo, para além do sinal acústico usado para o teste.

Agradecimentos

Os autores deste estudo gostariam de agradecer a colaboração, a título voluntário, de todos os sujeitos envolvidos nos ensaios realizados, sem a qual o mesmo não teria sido possível.

Referências

- [1] Suter, A. H. Hearing conservation. In E.G. Berger, W.D. Ward, J.C. Morrille, and L.H. Royster (Eds.), *Noise and Hearing Conservation Manual*, American Industrial Hygiene Association, Akron, 1986.
- [2] Wilkins, P.A., and Martin, A. M. Hearing protection and warning sounds in industry: a review. *Applied Acoustics*, Vol. 24, 1987, pp. 267-293.
- [3] Christian, E. *The detection of warning signals while wearing active noise reduction and passive hearing protection devices*. Master of Science Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University, 1999.
- [4] Maia, L. *A influência da protecção individual auditiva na percepção de estímulos acústicos de alarme*. Tese de Mestrado em Engenharia Humana, Universidade do Minho. Guimarães, 2008.
- [5] Tabachnick, B. Hearing protectors devices for consumers, *Consumer's research magazine*, Vol. 77 (12), 1994, pp. 27-30.