

Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Evaluation of hearing protection used by police officers in the shooting range[☆]

Heraldo Lorena Guida^{a,*}, Carla Linhares Taxini^a, Claudia Giglio de Oliveira Gonçalves^b, Vitor Engrácia Valenti^a

^a Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Marília, São Paulo, SP, Brasil

^b Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, PR, Brasil

Recebido em 11 de setembro de 2013; aceito em 23 de dezembro de 2013

KEYWORDS

Noise measurement;
Noise occupational;
Police

Abstract

Introduction: Impact noise is characterized by acoustic energy peaks that last less than a second, at intervals of more than 1 s.

Objective: To quantify the levels of impact noise to which police officers are exposed during activities at the shooting range and to evaluate the attenuation of the hearing protector.

Methods: Measurements were performed in the shooting range of a military police department. An SV 102 audiosimeter (Svantek) was used to measure sound pressure levels. Two microphones were used simultaneously: one external and one insertion type; the firearm used was a 0.40 Taurus[®] rimless pistol.

Results: The values obtained with the external microphone were 146 dBC (peak), and a maximum sound level of 129.4 dBC (fast). The results obtained with the insertion microphone were 138.7 dBC (peak), and a maximum sound level of 121.6 dBC (fast).

Conclusion: The findings showed high levels of sound pressure in the shooting range, which exceeded the maximum recommended noise (120 dBC), even when measured through the insertion microphone. Therefore, alternatives to improve the performance of hearing protection should be considered.

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.08.003>

[☆]Como citar este artigo: Guida HL, Taxini CL, Gonçalves CG, Valenti VE. Evaluation of hearing protection used by police officers in the shooting range. Braz J Otorhinolaryngol. 2014;80:515-21.

* Autor para correspondência.

E-mail: hlguida@marilia.unesp.br (H.L. Guida).

PALAVRAS-CHAVE

Medição de ruído;
Ruído ocupacional;
Polícia

Avaliação da proteção auditiva utilizada por policiais em estande de tiros**Resumo**

Introdução: O ruído de impacto é caracterizado por apresentar picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, em intervalos superiores a um segundo.

Objetivo: Quantificar os níveis de ruído de impacto a que o policial militar fica exposto durante atividades de tiro com armas de fogo e analisar a atenuação do protetor auricular utilizado.

Método: As medições foram realizadas no estande de tiros de um Batalhão da Polícia Militar. Para a medição dos níveis de pressão sonora foi utilizado um audiodosímetro modelo SV 102 (Svantek). Foram utilizados dois microfones simultaneamente: um externo e outro tipo inserção, e a arma utilizada foi a pistola calibre 40, da marca Taurus®.

Resultados: Os valores obtidos no microfone externo foram de 146 dBC (pico) e ruído máximo de 129,4 dBC (fast). Os resultados obtidos no microfone de inserção foram de 138,7 dBC (pico) e ruído máximo de 121,6 dBC (fast).

Conclusão: Nossos achados evidenciaram elevados níveis de pressão sonora no estande de tiros, que ultrapassaram os limites máximos recomendados (120 dBC), mesmo em medição com microfone de inserção. Portanto, alternativas para melhorar o desempenho da proteção auditiva devem ser consideradas pela equipe de segurança da corporação.

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Introdução

A exposição ao ruído pode causar danos importantes na audição humana, como a perda auditiva induzida por ruído (PAIR). Por estarem expostos ao ruído, os militares podem ser considerados uma população de risco para o desenvolvimento da PAIR.¹

O militar, principalmente no treinamento de tiro com armas de fogo, se expõe ao ruído intenso. Estudos do perfil auditivo em militares feito no Brasil têm descrito a presença de perda auditiva nesta população, fato este associado à exposição excessiva a ruídos de impacto.¹⁻³ Por este motivo, profissionais da área da saúde têm manifestado interesse em estudar o efeito do ruído de impacto na função da orelha interna.⁴ É relevante ponderar que o efetivo total de militares no país ultrapassa 700.000 profissionais, considerando as polícias militares⁵ e as forças armadas.⁶

O anexo nº 2 da Norma Regulamentadora 15 (NR-15) estabelece como nível-critério para ruído de impacto 130 dB (linear), medido com constante de tempo de resposta para “impacto”. No caso de não dispor dessa constante de tempo no medidor, a NR-15 informa que poderá ser medido o nível C-ponderado na resposta rápida (*fast*), e o nível-critério será de 120 dB(C).⁷

Conforme o levantamento das legislações de diversos países relativo aos limites de ruídos de impacto ocupacionais realizado pelo International Institute of Noise Control Engineering, o nível critério varia de 115 dB(A), rápida, a 140 dB(C), pico (*peak*). A referência indica que medidas C-ponderadas são preferíveis às não ponderadas (linear), pois são definidas em normas e os níveis de pico são mais adequados para avaliar ruídos impulsivos, pois abrangem uma faixa maior de frequências.⁸

A Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO-01), da FUNDACENTRO, preconiza que o limite de exposição diária ao ruído de impacto é determinado pelo número de impactos ocorridos durante a jornada de trabalho, e o nível de pico

máximo admissível corresponde a 140 dB (linear) ou 127 dB (C).⁹

Em um estudo experimental realizado com gatos expostos a ruído de impacto com picos de pressão sonora de 135, 140 e 145 dB, os autores identificaram perda auditiva com maior prejuízo na frequência de 4 kHz.¹⁰ Em outro estudo com exposição a ruído de impacto, as perdas auditivas diagnosticadas em chinchilas por meio de testes eletrofisiológicos foram maiores para as frequências de 2 e 8 kHz, em comparação com a de 500 Hz.¹¹

Um dos quesitos para que haja intervenção de profissionais da saúde para a prevenção de perda auditiva é que exista uma caracterização precisa do ruído oriundo das armas de fogo. Neste sentido, um estudo pioneiro encontrou valores limites de 115,4 dB(A) para o disparo da pistola 9 mm (Beretta), e a faixa de frequência do ruído foi mais proeminente entre 500 e 4.000 kHz.¹² Em outro estudo, os picos máximos medidos no estande de tiros foram de 113,1 dB(C) para a pistola .40 e 116,8 dB(C) para o revólver .38. De forma adicional, o trabalho identificou, por meio de análise psicoacústica (*software Praat*), que a faixa de frequência com maior energia ficou entre 4.120 e 4.580 Hz e houve correspondência entre esta faixa de frequência e os casos com perda auditiva (86,7% com perda em 4 kHz).¹³

No Distrito Federal, a quantificação dos níveis de ruído em um estande de tiros da polícia militar revelou valores de L_{max} (nível máximo) de 118 e 124 dB(A) para tiros com revólver .38 e pistola .40, respectivamente.¹⁴ Em medições realizadas junto ao Exército Brasileiro, foram encontrados valores de 147,3 dB(C) para o fuzil automático leve (FAL) calibre 7,62 mm, sendo que na tela do medidor foi observada a inscrição *overload*, indicando que o nível de pressão sonora real estava acima do registrado pelo aparelho.¹⁵

Para proteger a audição dos níveis de pressão sonora elevados (superiores a 80 dB), é indicada a implantação de medidas que possam diminuir a fonte do ruído, porém, nem sempre essa ação é possível; daí, recomenda-se a uti-

lização de protetores auriculares.¹⁶ Na seleção do protetor auricular deve-se considerar, segundo a NR-9,¹⁷ o conforto, o uso constante e a correta higienização, garantindo assim as condições de proteção. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas nos últimos anos para avaliar a atenuação dos protetores auriculares.

Desde o final da década de 1950, métodos de medição da atenuação de protetores auditivos em ouvido real (REAT - *real ear attenuation at threshold*) têm sido amplamente utilizados e descritos na literatura.¹⁸ Outra forma de analisar o ruído em situação real é por meio do método do microfone em ouvido real (MIRE - *microphone in real ear*), o qual demonstrou ser uma ferramenta válida para a quantificação da redução de ruído de protetor auditivo do tipo concha.¹⁹

Devemos considerar que a falta de treinamento do usuário e métodos de ensaio em laboratório que não retratam as condições de uso do protetor auditivo em situação real levam a um melhor desempenho das atenuações obtidas em laboratório, em relação às medidas em campo.²⁰

Na busca por solução para a proteção auditiva em militares durante ação real, pesquisadores realizaram um experimento de campo com o objetivo de comparar o desempenho para localização sonora (a partir de tiros de festim), considerando quatro modelos de protetores auditivos (três do tipo “ativo” eletrônico e um tipo inserção especial para combate) e ouvido sem proteção (aberto). Foram avaliados 13 sujeitos em situações de combate com ruído ambiente e ruído de fundo de veículo militar (82 dBA). O estudo concluiu que nenhum dos protetores testados manteve o desempenho para localização igual à situação de ouvido aberto.²¹

Em outra investigação para avaliar a proteção auditiva em duas situações de combate: ataque e reconhecimento, soldados do exército utilizaram três modelos de protetores (dois dispositivos eletrônicos e um tipo inserção especial para combate). Oficiais comandantes de missões avaliaram o desempenho dos soldados, por meio do qual foi possível identificar um ligeiro favorecimento aos protetores eletrônicos em relação ao de inserção e ouvido desprotegido. Apesar disso, os autores sugerem novos estudos, uma vez que houve muita variação nas respostas dos soldados em relação à preferência do uso dos protetores (considerando o conforto vs. capacidade auditiva).²²

Recentemente foi realizado um estudo comparativo entre disparos de arma de fogo com supressores de ruído (silenciadores) em relação aos protetores auditivos, e foram considerados os níveis de redução de ruído de ambos. Os resultados demonstraram um melhor desempenho para os supressores de ruído em relação aos protetores auditivos.²³

O ruído no meio militar é excepcionalmente intenso, por isso, a atenuação de um único protetor auditivo pode não ser suficiente. Em estudos experimentais de atenuação do ruído em função da frequência, de protetor tipo inserção e concha individualmente, e quando usados simultaneamente, foi identificado que a atenuação combinada foi pelo menos 5 dB superior em relação ao uso individual.²⁴ Pesquisadores do Canadá avaliaram a proteção auditiva combinada entre o dispositivo tipo concha e inserção, e conseguiram atenuações suplementares entre 4 e 18 dB (NPS) em relação ao uso individual, dependendo da frequência testada.²⁵

Na avaliação da atenuação do ruído emitido pelos disparos das armas de fogo utilizadas pela SWAT (*Special Weapons*

Assault Team), nos Estados Unidos, foi identificada atenuação entre 25 e 35 dBNPS (pico) com uso de protetor auditivo eletrônico individualmente, e com uso de dupla proteção houve um acréscimo de 15 a 20 dBNPS na atenuação.²⁶ Outro estudo avaliou a atenuação de quatro tipos de protetores distintos, e encontrou resultados que variaram entre 20 e 38 dBNPS (pico).²⁷

O objetivo do presente estudo foi quantificar a exposição sonora e verificar se a proteção auditiva utilizada por esses profissionais é adequada para a exposição ao ruído de impacto durante as atividades no estande de tiros.

Método

Trata-se de um estudo prospectivo de coorte contemporânea com corte transversal. A coleta dos dados foi realizada no estande de tiros de um Batalhão da Polícia Militar do interior do estado de São Paulo. Esse estande fica localizado em espaço aberto, e o anteparo dos projéteis é feito por pneus (preenchidos com areia). O treinamento contou com a participação de 12 policiais, divididos em duas sessões de tiro (cada uma com seis policiais). A medição na primeira bateria foi realizada com a finalidade de padronização da técnica e ajustes no equipamento. A coleta válida foi feita durante a segunda sessão de treinamento, com duração total de 24 minutos.

As sessões de treinamento foram padronizadas e a linha de tiro foi composta por seis policiais, os quais efetuaram 25 disparos, totalizando 150 impactos durante cada sessão. Os disparos foram realizados de forma simultânea pelos seis policiais, conforme orientação do oficial instrutor de tiro. Não houve seleção prévia dos policiais, a escolha foi aleatória e não houve interferência do pesquisador na rotina de treinamento.

O medidor de nível de pressão sonora foi fixado no colete em um dos policiais que fazia parte da linha de tiro (fig. 1). Foram utilizados dois microfones simultaneamente: um externo, que foi preso na gola do fardamento, situando-se a uma distância de 150 ± 50 mm da orelha; e um tipo inserção (MIRE), que foi inserido na orelha do policial, protegida por protetor auricular tipo concha com NRRsf = 24dB (Níveis de Redução de Ruído *subject fit*), Certificado de Aprovação - CA 7166.²⁸ A arma utilizada foi a pistola calibre .40, da marca Taurus®, armamento padrão adotado pela corporação.

Antes de cada medição, os microfones foram calibrados por meio de calibrador acústico modelo CR:514, da marca *Cirrus Research plc*. Para análise dos resultados foram considerados os valores do pico e Lmax; além disso, foi analisado o espectro de frequência do ruído (banda de oitava).

É relevante informar que o medidor apresenta a média quadrática das variações da pressão do som dentro do tempo especificado (1 segundo para a constante “slow” e 0,125s para “fast”). Sendo assim, o Lmax representa a média da maior intensidade sonora neste período de tempo. No caso da escala pico (*peak*), trata-se não mais da medição da pressão média quadrática em determinado tempo, mas o valor máximo atingido pela pressão sonora de cada ruído impacto.²⁹

A medida utilizada na análise do espectro de frequência foi o Leq (A), o qual é definido como nível de pressão sono-

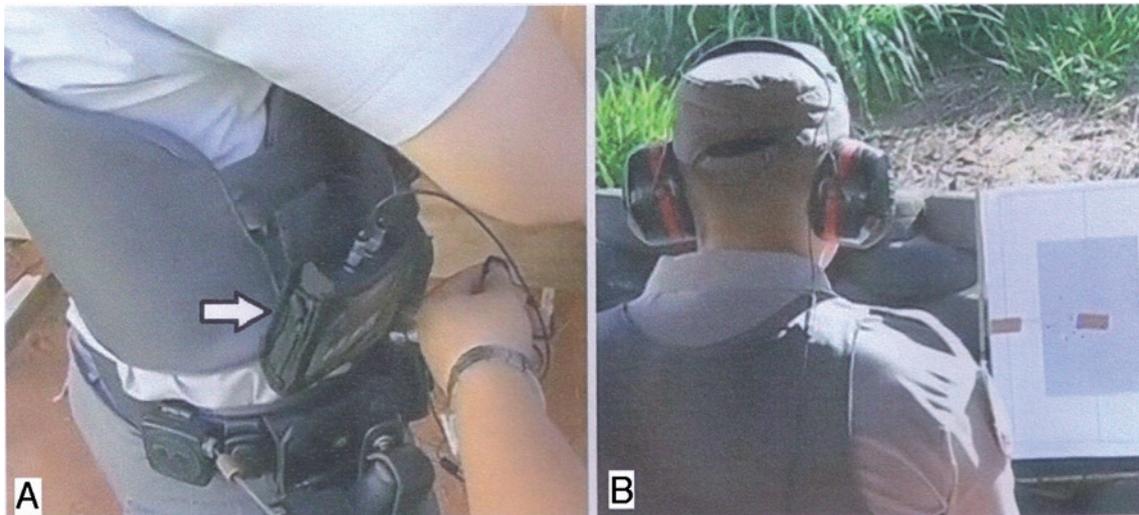


Figura 1 (A) Fotografia demonstrando audiodosímetro fixado no colete do policial (seta); e (B), uso do protetor auricular tipo concha durante a sessão de treinamento no estande de tiros.

Tabela 1 Resultados das medições na modalidade pico dB(C) obtidos pelos microfones: externo e inserção

| Medida estatística | Microfone externo | Microfone de inserção |
|--------------------|--------------------|-----------------------|
| | dB (C) | dB (C) |
| Média | 144,29 | 130,26 |
| Mediana | 144,35 | 130,2 |
| Desvio-padrão | 0,9 | 2,62 |
| Mínimo | 141,8 | 123,6 |
| Máximo | 146,0 ^a | 138,7 |

^a Limite máximo de saída do medidor de nível de pressão sonora.

Tabela 2 Resultados das medições na modalidade Lmax dB(C) obtidos pelos microfones: externo e inserção

| Medida estatística | Microfone externo | Microfone de inserção |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| | dB (C) | dB (C) |
| Média | 126,58 | 112,62 |
| Mediana | 126,5 | 112,5 |
| Desvio-padrão | 1,52 | 2,93 |
| Mínimo | 123,5 | 108,6 |
| Máximo | 129,4 | 121,6 |

ra equivalente e corresponde ao nível de som constante que, no mesmo intervalo de tempo, contém a mesma energia total do som flutuante.¹⁴

O procedimento de avaliação da eficiência do protetor auditivo em ambiente real foi realizado a partir do “Método Longo - análise de frequência”. Foram considerados os dados do certificado de aprovação do protetor tipo concha, e, nesse caso, para confiabilidade de 98% da proteção oferecida, os valores dos níveis de ruído em cada banda de frequência foram subtraídos dos valores do desvio-padrão multiplicado por dois.¹⁸

O equipamento utilizado foi um audiodosímetro modelo SV 102, da marca Svantek: circuito de ponderação “C”; resposta rápida (*fast*) e pico (*peak*). Considerando que o equipamento apresenta dois canais de medição e três perfis independentes de análise, de forma complementar, foi programada medição no circuito de ponderação “A”; resposta lenta (*slow*) para subsidiar a análise por banda de oitava e possibilitar a comparação com a atenuação fornecida pelo fabricante do protetor auricular.

Com o objetivo de analisar a efetividade da atenuação, foram selecionados, de forma randomizada, 20 picos de

ruído e outros 20 valores de Lmax. As análises descritivas destes valores foram apresentadas nas tabelas 1 e 2. Os dados foram submetidos à análise por meio do teste estatístico de Wilcoxon, a fim de comparar os níveis de pressão sonora entre os microfones (externo e inserção). Foi adotado nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

De forma complementar, foi também calculada a diferença dos valores indicados pelo fabricante e os valores reais medidos de atenuação, a análise foi feita por meio do teste Anova, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa de uma Universidade Pública (Protocolo Nº 1385/2009) e foi assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Resultados

Os dados obtidos por meio da medição dos níveis de pressão sonora, a partir do uso de dois microfones (externo e inserção), nos permitiram realizar análises tanto em relação aos valores do ruído de impacto no estande de tiros, quanto à real

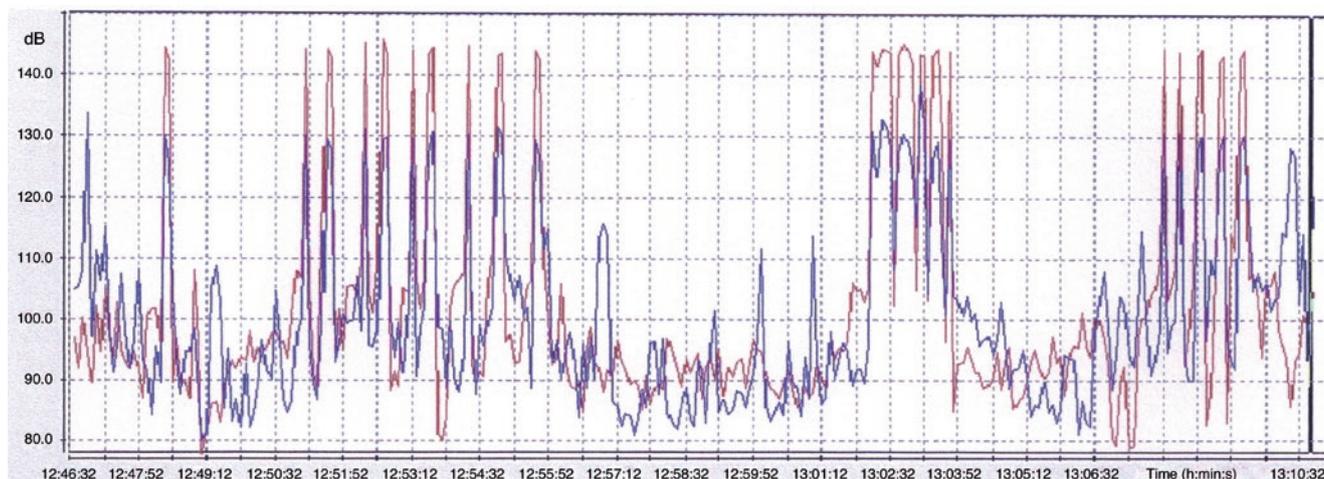


Figura 2 Nível de pressão sonora (pico - C ponderado) medido no estande de tiros em função do tempo. Em vermelho, medição com microfone externo e, em azul, medição com microfone de inserção (MIRE).

atenuação do protetor auditivo utilizado, conforme apresentado nas tabelas 1 (modalidade pico) e 2 (modalidade Lmax).

A tabela 1 nos permite visualizar que o protetor auricular avaliado propiciou atenuação média de 14,03 dB (C) na modalidade pico.

Na tabela 2 estão os dados das medições do microfone externo e de inserção na modalidade Lmax. Foi possível observar que, nesta modalidade, a atenuação média do protetor auditivo foi de 13,96 dB(C).

A partir dos resultados descritos nas tabelas 1 e 2, foi aplicado o teste de Wilcoxon entre os dois grupos de análise (microfone externo e interno), e o resultado obtido ($p < 0,001$) confirmou a rejeição da hipótese nula (H_0), ou seja, houve diferença significativa na comparação dos resultados entre os níveis de pressão sonora obtidos, tanto na modalidade pico quanto $L_{máx}$.

A figura 2 apresenta os valores medidos com o uso dos microfones externo e de inserção, ilustrando a real atenuação do protetor auditivo.

A figura 3 demonstra o resultado da avaliação da atenuação real proporcionada pelo protetor auditivo em medida de campo, considerando-se a subtração de dois desvios-padrão.

A partir dos dados apresentados na figura 2, foi possível identificar as frequências com maior nível de pressão sonora medido: 0,5 (113,3 dBA), 1 (116,3 dBA), 2 (114,2 dBA) e 4 (112,4 dBA) kHz. Além disso, não foi observada significância estatística quando analisados os valores da “Atenuação Real vs. Atenuação do Fabricante - 2 dp”, por meio do teste Anova (p -valor = 0,193).

Em seguida foram levantados os valores do nível de pressão sonora com uso de protetor em situação real, por meio

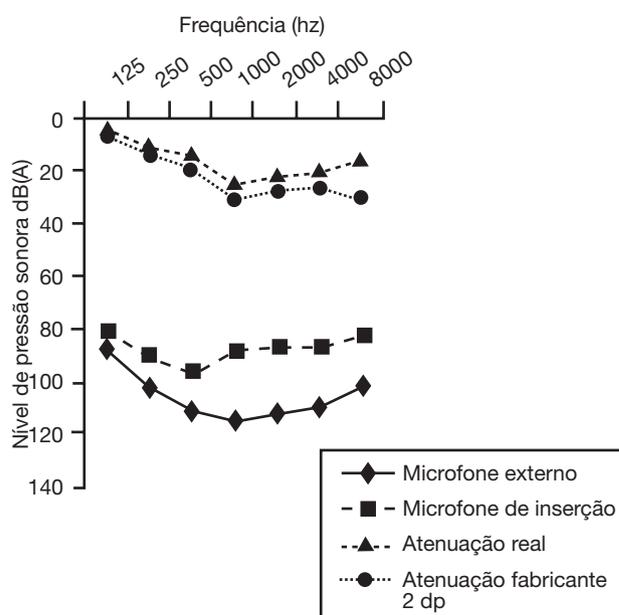


Figura 3 Valores da medição por frequência (Leq - nível equivalente / dBA) realizada por meio de microfone externo e inserção. Valores de atenuação real e atenuação sugerida pelo fabricante, descontados os valores do desvio-padrão (dp) multiplicado por dois.

do qual foi possível comparar a atenuação medida com a fornecida pelo fabricante (valor total sem o cálculo da subtração do desvio-padrão), conforme a tabela 3. Neste caso,

Tabela 3 Comparação da atenuação do ruído por faixa de frequência, considerando atenuação sugerida pelo fabricante vs. atenuação medida em situação real (teste Anova)

| Frequência (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 | p-valor |
|----------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| Atenuação fabricante (dBA) | 13,9 | 21,4 | 27,4 | 35,4 | 35,1 | 37,4 | 40 | 0,018 ^a |
| Atenuação real (dBA) | 4,5 | 11,2 | 15 | 26,1 | 24,6 | 22,5 | 17,9 | |

^aSignificância estatística para $p < 0,05$.

a análise estatística entre os valores foi significativa (p -valor = 0,018).

Discussão

Os estudos relacionados ao tema saúde auditiva em militares são escassos no Brasil, entretanto, vemos a necessidade de ampliar essa linha de pesquisa, a fim de possibilitar a análise do ambiente acústico nas polícias militares dos estados da Federação, bem como junto aos militares das Forças Armadas (Marinha, Exército e Aeronáutica). Os efetivos somados dessas duas corporações atingem 700.596 profissionais na ativa, dos quais 412.096⁵ são policiais militares e 288.500⁶ compõem as forças armadas.

É relevante acrescentar que estudos sobre o perfil audiológico realizados nos estados de São Paulo e Paraná identificaram perdas auditivas em de 27, 5% e 25% dos policiais militares avaliados.^{1,3}

Os resultados da presente pesquisa demonstraram que os policiais militares foram expostos a elevados níveis de pressão sonora, com valores máximos de 146 dBC (pico) e 129,4 dBC (Lmax), sendo que os valores de pico atingiram o limite do equipamento (*overload*). Os dados descritos acima revelaram risco grave e eminente para perda auditiva, uma vez que superam os limites nas normas nacionais e internacionais, que preconizam teto de 140 dBC (pico) e 127 dBC (fast) para ruído de impacto.⁷⁻⁹

Outros estudos com militares também identificaram elevados níveis de pressão sonora durante as atividades laborais destes profissionais.^{1-4,13-15} É fato que o ambiente laboral militar apresenta risco para perda auditiva, o que tem motivado estudos internacionais para avaliar a atenuação de protetores auditivos na presença de ruído de impacto,²³⁻²⁷ entretanto, não foram encontrados estudos similares feitos no Brasil.

Os dados obtidos por meio do microfone de inserção demonstraram que o protetor tipo concha foi eficiente em reduzir o valor do pico abaixo do nível critério de 140 dB(C) (máximo foi 138,7 dBC), entretanto, o ruído mais forte do Lmax (121,6 dBC) ficou acima do limite estipulado pela NR-15.⁷ Os dados demonstram também que, apesar do protetor utilizado não ter tido a eficácia desejada pela NR-15,⁷ ele atenuou o ruído de impacto de forma significativa nas duas modalidades avaliadas (pico e Lmax).

É relevante destacarmos que estudos prévios, tanto experimentais^{10,11} quanto em militares,¹³ identificaram as frequências altas como mais susceptíveis à lesão por ruído de impacto, em particular a frequência de 4 kHz. Sendo assim, vimos a necessidade de medirmos o espectro de frequência do ruído da arma de fogo, pois esta informação nos possibilitou identificar o real valor de atenuação do protetor auditivo. Dois estudos realizaram análise acústica do espectro de frequência e ambos identificaram que os níveis de pressão sonora mais elevados concentraram-se entre 0,5 e 4 kHz.^{12,13}

Os achados da presente pesquisa confirmaram as análises descritas acima, e de forma adicional às medições por banda de oitava identificaram a real atenuação do protetor tipo concha, identificando que os maiores níveis de atenuação encontraram-se nestas mesmas frequências (entre 0,5 e 4kHz). Este dado reforça a importância do uso de protetores auditivos durante as atividades de tiro.

Ainda em relação à avaliação da eficiência dos protetores auditivos em ambiente de trabalho, foi identificado que a atenuação apresentada pelo fabricante do protetor foi superestimada e não corresponde à medição em campo. A falta de treinamento do usuário e métodos de ensaio em laboratório que não retratam as condições de uso do protetor auditivo em situação real são situações que poderiam justificar esse resultado.²⁰

O método longo de avaliação de protetores auditivo em ambiente de trabalho foi eficiente, uma vez que, a partir do valor da atenuação do protetor, foram subtraídos dois desvios-padrão da atenuação (banda de oitava), para se obter uma confiabilidade de 98% sobre o resultado.¹⁸ Neste caso, os valores ficaram próximos aos medidos em situação real; sendo assim, esta metodologia pode ser uma alternativa viável para a equipe de segurança/saúde das corporações militares, pois o cálculo é feito a partir dos valores do Certificado de Aprovação (CA) do fabricante.

A diferença entre o valor real de atenuação e o valor sugerido poderia ser corrigida com o uso de dupla proteção (protetor concha + inserção), a qual garante, no mínimo, um acréscimo de 5 dB na atenuação do ruído.²⁴ Outro estudo identificou acréscimos entre 4 a 18 dB na atenuação do ruído com dupla proteção.²⁵ Este dado é relevante, uma vez que, mesmo com o uso do protetor auditivo, foi identificado valor de Lmax (121,6 dBC) acima do nível seguro (120 dBC).⁷

Recentemente, pesquisadores avaliaram a atenuação média dos protetores auriculares utilizados frente ao ruído de impacto e encontraram valores médios de atenuação entre 20 e 38 dB NPS (pico).^{26,27} Em nosso estudo foi identificada atenuação de 14,03 dBC (pico), e os dados demonstram que, além da dupla proteção, é possível melhorar o desempenho da proteção auditiva com o uso de dispositivos de última geração.

Conclusão

Considerando o exposto, nossos achados indicam que os níveis de pressão sonora no estande de tiros da polícia militar apresentam valores acima do recomendado pela NR-15.

O protetor auricular avaliado, tipo concha, obteve atenuação real menor que a anunciada pelo fabricante, com diferença significativa e insuficiente para preservar a audição dos policiais militares. Sendo assim, o uso de outra marca/modelo de protetor auditivo, ou a possibilidade do uso conjunto de dois protetores (concha e inserção), deve ser considerado pela equipe de segurança da corporação militar.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Heupa AB, Gonçalves CGO, Coifman H. Effects of impact noise on the hearing of military personnel. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77:747-53.

2. Neves BE, Mello MGS. O uso de dispositivos de proteção auditiva nos tiros de fuzil e artilharia. *Cad Saúde Colet*. 2007;15:97-116.
3. Guida HL, Diniz TH, Chagas PSC, Kinoshita SK. Perfil audiológico em policiais militares do estado de São Paulo. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2010;14:426-32.
4. Wu CC, Young YH. Ten-year longitudinal study of the effect of impulse noise exposure from gunshot on inner ear function. *Int J Audiol*. 2009;48:655-60.
5. Brasil. Ministério da Justiça do Brasil. Segurança Pública, estatística [acessado 1 Ago 2012]. Disponível em: <http://portal.mj.gov.br/data/Pages/MJCF2BAE97ITEMIDAACCEEF-BA784458E99DCADB672C3096PTBRNN.htm>
6. Dias RHD. Tamanho é documento. *Segurança & Defesa: a revista do profissional* [acessado 1 Ago 2012]. Disponível em: <http://www.segurancaedefesa.com/Tamanho.html>
7. Brasil. Portaria GM nº 3214. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora 15, Anexo I, 6 de julho de 1978. Atividades e operações insalubres, Diário Oficial da União. Brasília: 1978 Jul 6.
8. International Institute of Noise Control Engineering. Upper limits of noise in the workplace. *Noise News International*. 1997;5:206-16.
9. Fundacentro. NHO 01 - Norma de higiene ocupacional procedimento técnico - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído [acessado 31 Out 2011]. Disponível em: <http://isegnet.com.br/arquivocurso/atuais/anexo2.htm>
10. Price GR, Wansack S. Hazard from an intense midrange impulse. *J Acoust Soc Am*. 1989;86:2185-91.
11. Roberto M, Zito F, Hamernik R, Ahroon B, Case C. Impulsive noise: PTS and anatomic correlations. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 1995;15:61-4.
12. Zannin, PHT, Celli A, Rubas A. Avaliação do ruído de impacto [acessado 12 Jun 2012]. Disponível em: ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM124/Ru_do%20Impulsivo.pdf
13. Guida HL, Diniz TH, Kinoshita SK. Acoustic and psychoacoustic analysis of the noise produced by the police force firearms. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011;77:163-70.
14. Noronha EH, Travaglia Filho UJ, Garavelli SL. Quantificação dos níveis de ruídos num estande de tiros da PM do Distrito Federal. *Humanitates*. 2005;1(3) [acessado 6 Ago 2014]. Disponível em: <http://www.humanitates.ucb.br/3/ruído.htm>
15. Neves EB, Soalheiro M. A proteção auditiva utilizada pelo Exército Brasileiro: há efetividade? *Ciênc Saúde Coletiva*. 2010;15:889-98.
16. Gerges SNY. Protetores auditivos: recomendações para seleção, uso, cuidado e manutenção. *Rev CIPA*. 1999;236:20.
17. Brasil. Portaria SSST nº 25. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora 19, Atualizada, 29 de dezembro de 1994. Programa de prevenção a riscos ambientais. Diário Oficial da União. Brasília: 1994 Dez 30.
18. Gerges SNY. Ruído: fundamentos e controle. 2nd ed. Florianópolis: NR Editora; 2000.
19. Robles JME. Atenuação do ruído dos protetores auditivos pelo uso da técnica MIRE [Masters' degree dissertation]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2008.
20. Berger EH. EARLog 20: The naked truth about NRRs [acessado 17 Jun 2012]. Disponível em: <http://www.e-a-r.com/pdf/hearingcons/earlog20.pdf>
21. Talcott KA, Casali JG, Keady JP, Killion MC. Azimuthal auditory localization of gunshots in a realistic field environment: effects of open-ear versus hearing protection-enhancement devices (HPEDs), military vehicle noise, and hearing impairment. *Int J Audiol*. 2012;51 Suppl 1:S20-30.
22. Casali JG, Ahroon WA, Lancaster JA. A field investigation of hearing protection and hearing enhancement in one device: for soldiers whose ears and lives depend upon it. *Noise Health*. 2009;11:69-90.
23. Branch MP. Comparison of muzzle suppression and ear-level hearing protection in firearm use. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011;144:950-3.
24. Berger EH. EARLog13: attenuation of earplugs worn in combination with earmuffs. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1984;45:B36-B37.
25. Abel SM, Odell P. Sound attenuation from earmuffs and earplugs in combination: maximum benefits vs. missed information. *Mil Med*. 2006;77:899-904.
26. Murphy WJ, Tubbs RL. Assessment of noise exposure for indoor and outdoor firing ranges. *J Occup Environ Hyg*. 2007;4:688-97.
27. Murphy WJ, Flamme GA, Meinke DK, Sondergaard J, Finan DS, Lankford JE, et al. Measurement of impulse peak insertion loss for four hearing protection devices in field conditions. *Int J Audiol*. 2012. 51 Suppl 1:S31-42.
28. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho - SIT, Certificado de Aprovação de Equipamento de Proteção Individual [acessado 17 Jun 2012]. Disponível em: <http://www3.mte.gov.br/sistemas/caepi/JanelaAndamentosInternet.asp?IDCA=90009252&NRCNPJ=33.181.926/0001-80&NRProcesso=46000.027118/2008-41&IDSituacao=11&NRRegistroCA=7166&IDEquipamento=3>
29. Fernandes JC. Acústica e Ruído [acessado 27 Jun 2012]. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica/apostila.htm>