



## **AVALIAÇÃO AUDITIVA PERIFÉRICA EM MILITARES EXPOSTOS A RUÍDO DE IMPACTO COMPARADA A NÃO EXPOSTOS**

### **ARTIGO ESPECIAL**

Submetido em: 19/11/2023

Aprovado em: 24/3/2024

doi:10.70293/2764-2860.2024.6586

CT (S) Victor Hygor Veríssimo de Farias\*<sup>1</sup>

Daniela Gil\*<sup>2</sup>

**RESUMO:** A exposição a ruído de impacto pode repercutir negativamente no sistema auditivo, afetando tanto suas estruturas periféricas quanto ocasionando efeitos extra-auditivos. O trabalho objetiva caracterizar a audição periférica de militares expostos a ruído de impacto. Apresenta-se um universo de 110 militares divididos em 58 expostos (Grupo Estudo) e 52 não expostos (Grupo Comparação) a ruído de impacto (tiro e/ou explosão) que foram avaliados através de audiometria tonal liminar por via aérea. Para a análise dos resultados, foram utilizadas medidas descritivas e análise inferencial (*t-Student*, *Mann-Whitney*) com nível de significância de 0,05 e cálculo do tamanho do efeito. No decorrer do estudo, foram encontradas diferenças estatisticamente, porém não clinicamente significantes para os limiares por via aérea nas frequências de 6000Hz na orelha direita e nas de 2000, 3000, 4000 e 6000Hz na esquerda para o grupo de militares expostos. Entretanto ambos os grupos apresentaram limiares auditivos dentro dos limites de normalidade. A avaliação auditiva periférica convencional com o uso da audiometria tonal parece não ser suficiente para avaliar os militares expostos a ruído de impacto e sugere-se, então, incluir testes que avaliem a porção central do sistema auditivo na rotina de avaliação desses indivíduos, abarcando alterações auditivas não identificadas na audiometria convencional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Percepção Auditiva; Saúde Militar; Efeitos do Ruído; Testes Auditivos.

**ABSTRACT:** Impulse noise exposure may rebound negatively on the auditory system, affecting both its peripheral structures and causing extra auditory effects. The aim of this paper is to characterize peripheral hearing of military personnel exposed to impulse noise, comparing them to military personnel without this exposure. A group of 110 militaries were divided into 58 exposed (Study Group) and 52 unexposed (Comparison Group) to impulse

<sup>1</sup> Fonoaudiólogo. Mestrando em Distúrbios da Comunicação Humana pela UNIFESP. Encarregado da Seção de Fonoaudiologia da Policlínica Naval de Campo Grande. Av. Brasil, 44878, Campo Grande, Rio de Janeiro – RJ, CEP: 23.078-001. Telefone: (21) 96767-9318. E-mail: victor.verissimo@marinha.mil.br.

<sup>2</sup> Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana. Professora Associada do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo, sendo cadastrada como orientadora do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da mesma instituição, nos níveis mestrado e doutorado. Coordenadora do Curso de Fonoaudiologia gestão 2020-2022.



noise (shot and/or blast) were assessed through pure tone threshold air conduction audiometry. To data analysis, descriptive measures and inferential analysis were used (*t-Student*, *Mann-Whitney*) with a significant level of 0,05 and effect size calculation. Statistical but not clinically significant differences were found for the pure tone thresholds air conduction at the frequencies of 6000Hz for the right ear and of 2000, 3000, 4000 and 6000Hz for the left in the exposed group. However, both groups showed hearing thresholds within normal limits. It was possible to observe that conventional peripheral auditory assessment did not seem to be enough in evaluating militaries exposed to impact noise, then, it's suggested to include tests that assesses the auditory system central section on these individuals' evaluation routine, covering hearing disorders not identified by the conventional audiometry.

**KEYWORDS:** Auditory perception; Military Health; Noise Effects; Hearing Tests.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os vários elementos de risco ocupacional, o ruído é um dos agentes que produz maior efeito deletério sobre a saúde auditiva. Tal exposição pode desencadear alterações auditivas de graus variados, bem como problemas extra-auditivos, que irão refletir sobre o comportamento social, familiar e laboral<sup>1</sup>.

A exposição ao ruído excessivo é um perigo inerente ao treinamento militar, pois, para alcançar a aptidão para o combate das unidades, o treinamento em condições reais de um verdadeiro campo de batalha é essencial. Além disso, é difícil planejar o treinamento militar de modo a evitar a exposição ao ruído excessivo<sup>2</sup>.

As atividades de tiro, pertinentes à carreira militar, estão relacionadas à

exposição a níveis elevados de pressão sonora oriundos de armas de fogo e de explosivos, que podem variar de um pico de 150dB (decibels) para armas de pequeno porte (portáteis, como uma pistola ou rifle) a um pico de até 180dB para artilharia pesada (como um obuseiro), sendo esse tipo de ruído denominado de impacto<sup>3</sup>.

Apesar de os estudos demonstrarem que a maioria dos militares relata fazer uso dos dispositivos de proteção auditiva durante a prática dos tiros<sup>4</sup>, deve-se observar que a atenuação, mesmo que do melhor protetor auditivo, é limitada pela transmissão da energia acústica pela via óssea, a partir da qual o som pode, ainda com o uso desses protetores, atingir a orelha interna<sup>5</sup>.

Embora a perda auditiva continue sendo uma das alterações de saúde mais comuns em militares, ainda não há um modelo dose dependente para a avaliação dos danos ocasionados pelo ruído de impacto nem da sua recuperação<sup>6</sup>.

O ruído de impacto resulta da liberação de uma grande quantidade de energia num curto período de tempo, tipicamente resultando do efeito explosivo das munições. Quando muito severa, essa onda de explosão superpressurizada pode causar dano imediato tanto à porção periférica quanto à central do sistema auditivo. Por causa da presença dessa onda de choque na área onde ela está se propagando, a natureza física de um impulso pode ser complexa<sup>7</sup>.

Para esses profissionais militares, suas habilidades auditivas assumem papel crítico e decisivo, pois contribuem diretamente para sua segurança individual e coletiva e para a efetiva execução de suas funções em situações de combate.

A habilidade de ouvir e compreender comandos verbais em ambientes ruidosos, enquanto mantém a atenção a tudo ao seu redor é de extrema importância para o



pessoal militar, podendo ser crítica para o sucesso da missão. Logo, torna-se relevante assegurar que esses profissionais tenham as habilidades auditivas necessárias para atuar de forma efetiva nos mais diferentes cenários operativos<sup>8</sup>.

Nesse sentido, a presente pesquisa justificou-se pelas queixas auditivas relatadas por esses indivíduos; por serem escassas as pesquisas que avaliam a audição em militares expostos ao ruído de impacto, sendo sua maioria envolvendo o ruído contínuo e/ou intermitente; pelo fato de o pesquisador atuar em uma policlínica militar onde existe grande demanda de militares expostos a ruído de impacto.

Portanto, este estudo objetivou caracterizar a audição periférica de militares expostos a ruído de impacto.

## 2. MÉTODOS

Trata-se de um estudo analítico, observacional, transversal e de abordagem quantitativa. Foi utilizado o método indutivo, com inferência indutiva da amostra para a população, especificamente generalizações estatísticas.

O projeto do estudo foi submetido a dois Comitês de Ética em Pesquisa: ao da UNIFESP (Universidade Federal de São Paulo): instituição proponente e ao do IPB-HNMD (Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias): instituição coparticipante, tendo como pareceres substanciados, respectivamente, os números 3.584.472 e 3.848.504. Como também incorporou os preceitos recomendados pela Resolução 196/96 sobre Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, incluindo,

entre outros, o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado pelo Serviço de Estatística da UNIFESP, baseado nos estudos de Gallun et al.<sup>9,10</sup>. Assim, foi estimado que uma amostra de 40 indivíduos em cada grupo seria suficiente para detectar diferenças na maioria dos testes, assumindo erro tipo I a 5% e 80% de poder.

O local do estudo foi a Seção de Fonoaudiologia da PNCG (Policlínica Naval de Campo Grande), que, dentre os procedimentos fonoaudiológicos que oferece, realiza avaliação auditiva como parte das IS (Inspeções de Saúde), tanto dos militares das OM (Organizações Militares) que apoia como de outras OM não apoiadas.

A coleta de dados deu-se de agosto de 2020 a março de 2021, durante a realização das IS, os militares que se enquadravam eram convidados a participar, sendo fornecida, inicialmente, uma breve explicação sobre o estudo e, caso houvesse interesse, seus dados de contato eram coletados para uma posterior marcação.

Os militares foram divididos em dois grupos: Grupo 1 (Grupo Estudo): militares expostos a ruído de impacto, e Grupo 2 (Grupo Comparação): militares não expostos a ruído de impacto. Os participantes de ambos os grupos estavam em repouso auditivo na ocasião da realização do exame.

A distribuição dos indivíduos nos grupos respeitou o pareamento segundo a idade e o sexo, sempre que possível. Foram convocados apenas aqueles que atenderam aos critérios de elegibilidade para o estudo, conforme explicitado no Quadro 1 a seguir.



### Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão, por grupo

| Grupo Estudo                                                                                                           | Grupo Comparação                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Critérios de inclusão                                                                                                  |                                                                              |
| Faixa etária entre 18 e 59 anos;                                                                                       | Faixa etária entre 18 e 59 anos;                                             |
| Trabalhar com ruído de impacto com frequência, no mínimo semestral;                                                    | Não ter a exposição a ruído de impacto como parte de sua rotina de trabalho. |
| Tempo mínimo de exposição a ruído de pacto de 3 anos;                                                                  | --                                                                           |
| Relato de participação no mínimo de uma prática de tiro e/ou uso de explosivos no último ano, confirmado com a sua OM. | --                                                                           |
| Critérios de exclusão                                                                                                  |                                                                              |
| Patologias de orelha externa e/ou média ativas;                                                                        |                                                                              |
| Perda auditiva do tipo condutiva;                                                                                      |                                                                              |
| Doenças neurológicas e/ou psiquiátricas.                                                                               |                                                                              |

Nota: OM = Organização Militar.

Os materiais e equipamentos utilizados na realização das avaliações foram: otoscópio da marca MD, modelo Omni 3000, para a inspeção visual do meato acústico externo; audiômetro da marca Inventis, modelo Harp Plus, cuja faixa de frequências é de 125 a 8000 Hz, calibração está de acordo com os padrões ANSI S3.6-1989; ANSI S3.43-1992; IEC 645-1 (1992); IEC 645-2; ISSO 389 e o fone utilizado foi o modelo TDH-39.

Os procedimentos para a pesquisa foram: meatoscopia para avaliar as condições da orelha externa e membrana timpânica. Em caso de obstrução por cerume, o paciente foi encaminhado para avaliação e conduta médicas, tendo sido agendado posterior retorno; e audiometria tonal liminar por via aérea: os indivíduos eram instruídos a levantar a mão para todos os tons puros detectados nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000Hz, utilizando-se a técnica descendente, considerando-se como limiar de audibilidade o menor nível de intensidade no qual o indivíduo percebeu 50% das apresentações. Os limiares auditivos foram

considerados normais quando esses eram de até 25dB NA (decibel nível de audição)<sup>11</sup>.

Utilizou-se a descrição dos dados por meio da estatística descritiva. As variáveis qualitativas foram apresentadas em gráficos de barras com frequências absolutas e/ou relativas e de tabela de múltiplas entradas, enquanto que as variáveis quantitativas foram resumidas com o uso de tabulações de múltiplas entradas, pelas medidas resumo de tendência central (média e mediana), de posição (percentil 25 e percentil 75) e de dispersão (desvio padrão), como também por meio de gráficos do tipo *boxplot*.

A normalidade e a distribuição dos dados foram verificadas, respectivamente, com os testes *Shapiro-Wilk* ou *Kolmogorov-Smirnov*. A fim de verificar as diferenças entre os dois grupos de estudo, a análise estatística foi realizada para cada variável quantitativa utilizando os testes t-Student independente (paramétrico) ou Mann-Whitney (não paramétrico) para comparação dos dois grupos, respectivamente nos casos de distribuição normal e assimétrica dos dados.



Para evitar-se o erro tipo II (concluir que há diferença entre os grupos de estudo quando, na verdade, não há), o poder do estudo foi calculado assim como o tamanho de efeito para todas as variáveis. Os tamanhos de efeito para a magnitude das diferenças das variáveis quantitativas foram calculados utilizando o teste *t* ou *U* de Cohen<sup>12,13</sup> (para dados paramétricos e não paramétricos, respectivamente) e esse efeito foi expresso como pequeno ( $< 0,3$ ), médio ( $\geq 0,3$  e  $< 0,5$ ) e grande ( $\geq 0,5$ )<sup>12,13</sup>.

Para toda a análise estatística, um *p*-valor  $< 0,05$  foi considerado como estatisticamente significativa, sendo destacado por meio do símbolo asterisco nos resultados. A análise estatística foi realizada por meio do programa SPSS versão 22 da IBM Corp.

### 3. RESULTADOS

Este estudo contou com a participação de 110 militares da Marinha do Brasil

(MB), divididos em dois grupos: o Grupo Estudo (GE) que foi composto por 58 indivíduos expostos a ruído de impacto e o Grupo Comparação (GC), por 52 profissionais não expostos. Para cada grupo, houve apenas duas participantes do gênero feminino, totalizando quatro mulheres, havendo pareamento de gênero entre os grupos.

Os grupos também ficaram pareados por idade conforme observado na Tabela 1.

O GE foi composto, majoritariamente, por Cabos, Soldados e Terceiros-Sargentos, enquanto o GC, por Terceiros-Sargentos, Segundos-Sargentos e Cabos. Com relação à escolaridade, tanto o GE quanto o GC constituíram-se, na sua maioria, de indivíduos com o Ensino Médio completo.

O tempo médio de exposição a ruído de impacto pelo GE foi de 8,56 ( $\pm 6,91$ ) anos, como pode ser verificado na Tabela 2 a seguir.

**Tabela 1.** Estatística descritiva da idade dos sujeitos com média, mediana, desvio padrão, percentil 25, percentil 75 e valor *p*, por grupo

| Variável     | Grupo | Média | Mediana | DP   | Percentil 25 | Percentil 75 | <i>p</i> | Tamanho de efeito |
|--------------|-------|-------|---------|------|--------------|--------------|----------|-------------------|
| Idade (anos) | GE    | 32,6  | 31      | 8,43 | 25           | 38           | 0,381    | 0,168             |
|              | GC    | 33,1  | 33      | 5,95 | 28           | 34           |          |                   |

Legenda: DP: Desvio Padrão, GE: Grupo Estudo, GC: Grupo Comparação, *p*: valor *p*.

Nota: Teste estatístico *Mann-Whitney*.

**Tabela 2.** Estatística descritiva do tempo de exposição a ruído de impacto do GE, com média, mediana, desvio padrão, percentil 25, percentil 50 e intervalo interquartil

| Variável                  | Média | Mediana | DP   | Percentil 25 | Percentil 75 | IIQ |
|---------------------------|-------|---------|------|--------------|--------------|-----|
| Tempo de exposição (anos) | 8,56  | 6       | 6,91 | 3,75         | 11,25        | 7,5 |

Legend,a: DP: Desvio Padrão; IIQ: Intervalo Interquartil.

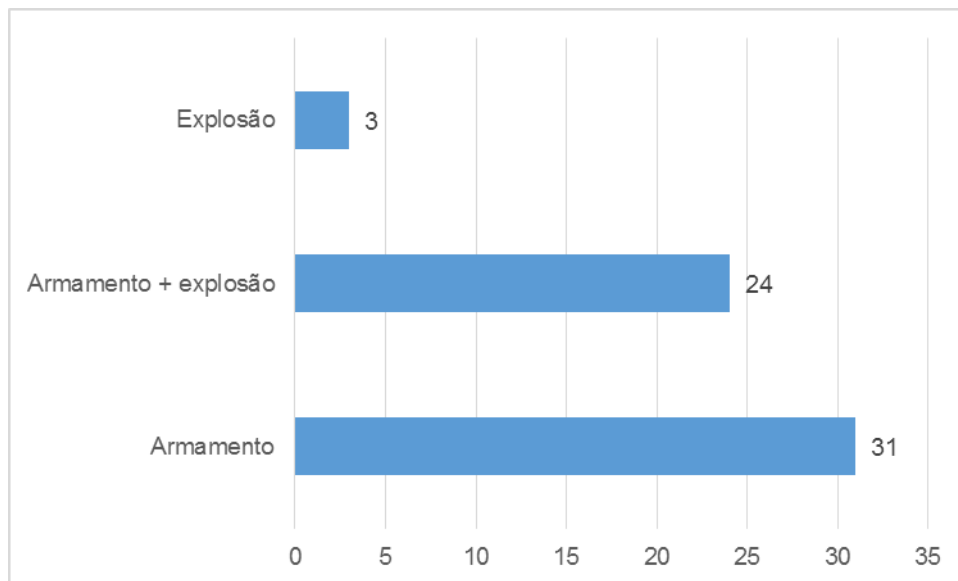


Com relação ao tipo de ruído de impacto ao qual os militares foram expostos, a maioria do GE foi exposta a ruídos oriundos de armamentos de forma isolada, seguido de ruído de armamento e de explosivos simultaneamente,

o que pode ser constatado na Figura 1.

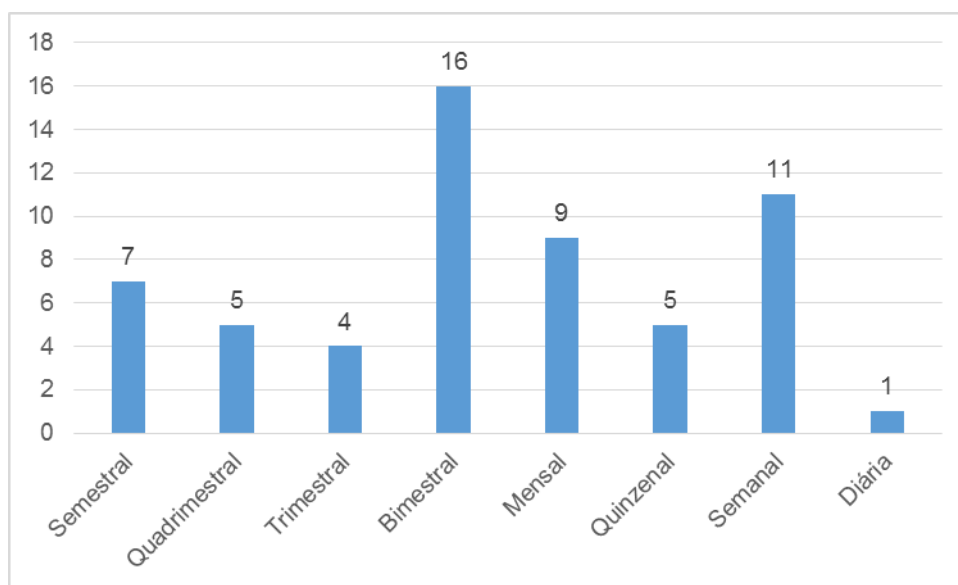
Esse mesmo grupo apresentou, na sua maioria, periodicidade de exposição ao ruído bimestral, seguido de periodicidade semanal, conforme Figura 2.

**Figura 1.** Distribuição do tipo de ruído ao que o GE foi exposto.



Legenda: GE = Grupo Exposto.

**Figura 2.** Distribuição da periodicidade de exposição ao ruído do GE.



Legenda: GE: Grupo Exposto.



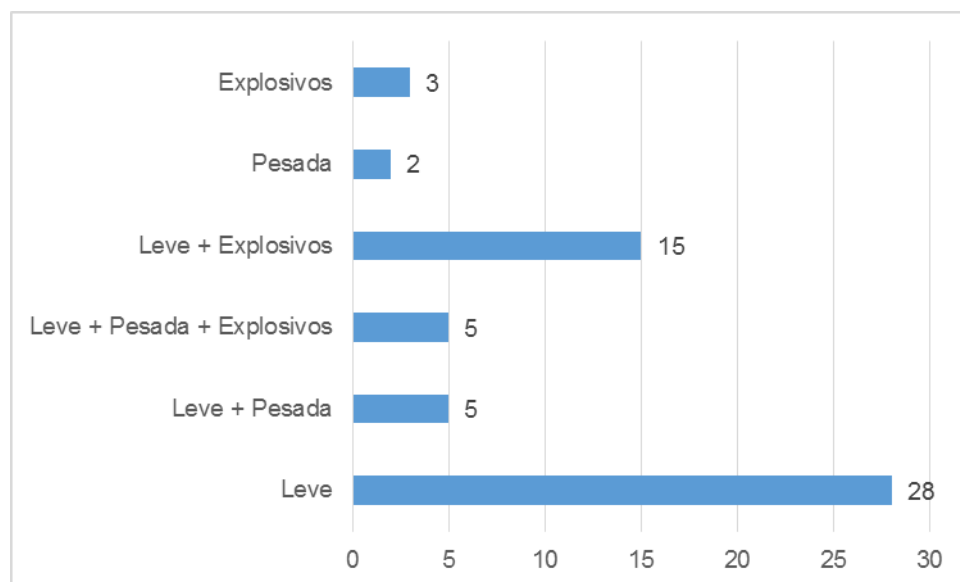
O tipo de armamento utilizado pelo GE durante suas práticas foi classificado quanto ao seu porte em: leve, pesado e explosivos. A maioria dos militares do estudo fez uso de armamentos leves isolados ou associados com explosivos e sua distribuição pode ser observada na Figura 3.

A maioria dos militares do GE relatou fazer uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI) sempre que expostos a tiro e/ou explosão, sendo o tipo de EPI

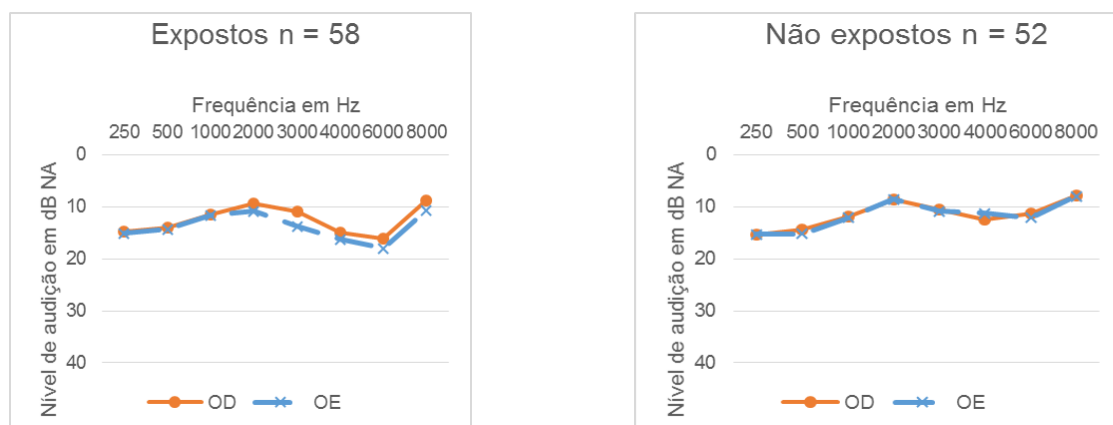
mais utilizado o de inserção. Os indivíduos participantes dessa pesquisa não relataram queixas auditivas durante a anamnese e, quando presente, a queixa mais frequente foi a de zumbido, referido por 12 militares (21%) do GE e por apenas dois (7%) do GC.

Todos os sujeitos realizaram avaliação audiométrica completa. A Figura 4 representa as médias dos limiares auditivos por via aérea dos dois grupos de sujeitos.

**Figura 3.** Distribuição do tipo de armamento quanto ao seu porte.



**Figura 4.** Médias dos limiares auditivos por via aérea do (a) GE e do (b) GC.



Legenda: GE: Grupo Estudo, GC: Grupo Comparação, OD: Orelha Direita, OE: Orelha Esquerda.



Observou-se que ambos os grupos apresentaram limiares auditivos dentro dos limites de normalidade. No entanto, verificou-se configuração audiométrica em entalhe no Grupo Exposto.

As Tabelas 3 e 4 mostram as medidas descritivas das frequências da audiometria tonal por via aérea das orelhas direita e esquerda, respectivamente, e por grupo.

**Tabela 3.** Estatística descritiva com média, mediana, desvio padrão, percentil 25, percentil 75 e valor p das frequências da audiometria tonal por via aérea da orelha direita, por grupo

| Frequência (Hz) | Grupo | Média (dB) | Mediana | DP   | Percentil 25 | Percentil 75 | p      | Tamanho de efeito |
|-----------------|-------|------------|---------|------|--------------|--------------|--------|-------------------|
| 250             | GE    | 14,8       | 15      | 3,74 | 15           | 15           | 0,445  | 0,140             |
|                 | GC    | 15,3       | 15      | 2,7  | 15           | 15           |        |                   |
| 500             | GE    | 14         | 15      | 3,68 | 10           | 15           | 0,627  | 0,111             |
|                 | GC    | 14,4       | 15      | 2,91 | 15           | 15           |        |                   |
| 1000            | GE    | 11,5       | 10      | 3,77 | 10           | 15           | 0,590  | 0,100             |
|                 | GC    | 11,9       | 10      | 3,59 | 10           | 15           |        |                   |
| 2000            | GE    | 9,5        | 10      | 4,36 | 5            | 10           | 0,841  | 0,038             |
|                 | GC    | 9,4        | 10      | 5,11 | 5            | 10           |        |                   |
| 3000            | GE    | 10,9       | 10      | 5,42 | 5            | 15           | 0,847  | 0,034             |
|                 | GC    | 10,7       | 10      | 4,99 | 5            | 15           |        |                   |
| 4000            | GE    | 15         | 15      | 7,95 | 10           | 20           | 0,066  | 0,323             |
|                 | GC    | 12,6       | 10      | 6,82 | 10           | 15           |        |                   |
| 6000            | GE    | 16,1       | 15      | 8,84 | 10           | 20           | 0,013* | 0,464             |
|                 | GC    | 12,4       | 10      | 6,97 | 5            | 16,3         |        |                   |
| 8000            | GE    | 8,8        | 7,5     | 6,42 | 5            | 13,8         | 0,887  | 0,022             |
|                 | GC    | 9          | 5       | 7,74 | 5            | 11,3         |        |                   |

Legenda: DP: Desvio Padrão, p: p valor, GE: Grupo Estudo, GC: Grupo Comparação, Hz: Hertz, dB: decibel.

**Tabela 4.** Estatística descritiva com média, mediana, desvio padrão, percentil 25, percentil 75 e valor p das frequências da audiometria tonal por via aérea da orelha esquerda, por grupo

| Frequência (Hz) | Grupo | Média (dB) | Mediana | DP   | Percentil 25 | Percentil 75 | p      | Tamanho de efeito |
|-----------------|-------|------------|---------|------|--------------|--------------|--------|-------------------|
| 250             | GE    | 15,1       | 15      | 3,57 | 15           | 15           | 0,728  | 0,089             |
|                 | GC    | 15,4       | 15      | 3,11 | 15           | 15           |        |                   |
| 500             | GE    | 14,4       | 15      | 3,76 | 10           | 15           | 0,428  | 0,189             |
|                 | GC    | 15,1       | 15      | 3,64 | 15           | 15           |        |                   |
| 1000            | GE    | 11,6       | 10      | 3,55 | 10           | 15           | 0,635  | 0,106             |
|                 | GC    | 12         | 10      | 3,61 | 10           | 15           |        |                   |
| 2000            | GE    | 10,8       | 10      | 3,88 | 10           | 15           | 0,052* | 0,363             |
|                 | GC    | 9,4        | 10      | 4,04 | 5            | 10           |        |                   |
| 3000            | GE    | 13,8       | 15      | 5,72 | 10           | 15           | 0,012* | 0,460             |
|                 | GC    | 11,5       | 10      | 5,74 | 5            | 15           |        |                   |
| 4000            | GE    | 16,3       | 15      | 8,56 | 10           | 25           | 0,007* | 0,543             |
|                 | GC    | 12         | 10      | 7,02 | 5            | 15           |        |                   |
| 6000            | GE    | 18         | 17,5    | 9,08 | 10           | 20           | 0,012* | 0,495             |
|                 | GC    | 13,9       | 15      | 7,16 | 10           | 15           |        |                   |
| 8000            | GE    | 10,7       | 10      | 7,65 | 5            | 15           | 0,309  | 0,136             |
|                 | GC    | 9,7        | 5       | 7,95 | 5            | 11,3         |        |                   |

Legenda: DP: Desvio Padrão, p: p valor, GE: Grupo Estudo, GC: Grupo Comparação, Hz: Hertz, dB: decibel.



Conforme pode ser observado nas Tabelas 3 e 4, houve diferença estatística, mas não clinicamente significativa para os limiares por via aérea nas frequências de 6000Hz na orelha direita e nas de 2000, 3000, 4000 e 6000Hz na esquerda.

#### 4. DISCUSSÃO

Alguns militares possuem uma rotina contínua de exposição aos mais diversos tipos de ruído de impacto e sua audição é monitorada de forma periódica exclusivamente pela avaliação da porção periférica do sistema auditivo, por meio da audiometria tonal liminar por via aérea. Dessa forma, a porção central desse sistema e os aspectos extra-auditivos da exposição ao ruído, geralmente, não são avaliados.

A amostra utilizada nesta pesquisa é representativa da população em estudo, uma vez que esta foi constituída, majoritariamente, por indivíduos jovens, do sexo masculino, com o Ensino Médio Completo e características similares foram encontradas em outros estudos<sup>9,10,14-20</sup>. Essa caracterização foi comum a ambos os grupos do estudo, ou seja, eles se equiparam em relação às variáveis idade, gênero e escolaridade.

O GE apresentou uma grande variedade no tempo médio de exposição a ruído de impacto ( $8,56 \pm 6,91$  anos). Essa mesma variabilidade foi observada nos diferentes tipos de ruídos de impacto, de armamentos (leves e/ou pesados) e/ou de explosivos a que esses militares foram expostos, como também na periodicidade de exposição a esses agentes.

Cabe ressaltar que, em seu estudo, Guida *et al.*<sup>21</sup> encontraram NPS das armas de fogo superior ao recomendado pelas legislações relacionadas a ruído de impacto no nosso país.

Os ruídos dos diferentes tipos de armamento variam muito não apenas no pico de pressão sonora com também na duração

desses picos, na sua energia e frequência. Armas de pequeno porte produzem ruídos de curta duração (300-600 $\mu$ s) em uma ampla faixa de frequência, enquanto os armamentos de grande calibre produzem picos de duração maior (maior que 2 ms), mais concentrado nas baixas frequências<sup>21-23</sup>.

Da mesma forma, os diferentes tipos de explosivos geram diferentes níveis de pressão das ondas de impacto. Essa heterogeneidade de exposição, por mais que se tenha tentado realizar uma categorização, pode gerar fatores de confusão conhecidos e desconhecidos que merecem ser melhor delimitados em futuros estudos, tais como: orientação espacial entre as orelhas e o armamento e/ou explosivo, calibre do armamento, número de impulsos a que foi exposto, tipo de explosivo, uso de capacete, ambiente da exposição (aberto ou fechado), distância entre o indivíduo e o explosivo e número de vezes a que foi exposto ao(s) evento(s) explosivo(s).

Entretanto, Gallun *et al.*<sup>9</sup> realizaram uma análise da taxa de anormalidade nos testes auditivos utilizados em seu estudo comparando militares que relataram exposição a apenas uma explosão com militares expostos a mais de um evento explosivo e não foi encontrada nenhuma diferença estatisticamente significativa entre eles. Assim como também não foi significativo do ponto de vista estatístico o fato de o indivíduo ter ou não um diagnóstico de Traumatismo Crânio Encefálico (TCE) leve.

Outras pesquisas também manifestaram variações das exposições,<sup>14,15,19,21,24</sup> enquanto outras detalharam a exposição por meio de questionários<sup>10,17,25,26</sup>. Porém a maioria dos estudos que envolveu a avaliação auditiva o fizeram com militares exclusivamente expostos a explosões, enquanto o presente estudo contou com apenas três militares que eram expostos unicamente a



explosões, sendo a maioria exposta a armamentos leves de forma exclusiva, seguido por militares com exposição simultânea a esses armamentos e explosivos.

Assim como em outros estudos<sup>17,27</sup>, a maioria dos indivíduos relatou fazer uso do EPI de inserção durante as exposições (Figuras 7 e 8). Entretanto outros autores<sup>28</sup> constataram em sua pesquisa que o tipo de EPI de inserção utilizado pelo Exército Brasileiro (EB) – Exército Brasileiro não era efetivo para utilização com armas de fogo.

No que concerne às queixas auditivas, estas foram mais frequentes no GE, sendo o zumbido a queixa mais referida (Figura 9), corroborando outros estudos com militares<sup>14,17,25,29,30</sup>. A queixa de zumbido pode decorrer do fato de essa exposição ter potencial para danificar as delicadas estruturas sensorio-neurais da orelha interna resultante da perda de terminais nervosos aferentes do nervo coclear, mesmo sem perda de células ciliadas<sup>31</sup>.

Apesar de o GE apresentar configuração audiométrica em entalhe quando comparado ao GC, ambos os grupos apresentaram médias dos limiares audiométricos dentro dos padrões de normalidade em todas as frequências testadas (250 a 8000Hz), sendo, dessa forma, pareados também por seus limiares auditivos (Figura 10, Tabelas 3 e 4). Limiares auditivos também dentro dos padrões de normalidade com configuração em entalhe foram encontrados em outras pesquisas com militares expostos a ruído de impacto<sup>9,10,19</sup>.

A configuração audiométrica em entalhe é o primeiro sinal de Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) no audiograma, sendo o entalhe observado nas frequências de 3000, 4000 e 6000Hz, com recuperação em 8000Hz e a sua localização depende de múltiplos fatores, dentre eles a faixa de frequências do ruído a que o indivíduo é exposto<sup>32</sup>.

Pode-se considerar, ainda, a utilização de outros testes que avaliam outras partes da porção periférica do sistema auditivo, como as emissões otoacústicas evocadas e a audiometria de altas frequências, os quais poderão apresentar-se alterados em indivíduos expostos a ruído intenso, mesmo antes de apresentarem alteração nos limiares tonais na audiometria convencional.

## 5. CONCLUSÃO

A habilidade em detectar tons puros usando fones num ambiente silencioso, como é realizado na avaliação auditiva por meio da audiometria tonal liminar, não é, por si só, um indicador confiável de dificuldades auditivas. Sendo assim, descritores audiométricos não deveriam ser usados para medir a dificuldade experienciada com a comunicação em ambientes com ruído de fundo, a queixa primária de indivíduos com perda auditiva.

Dentre as possíveis limitações do presente estudo, pode-se citar o fato de não ter sido conduzida avaliação prévia à exposição desses limitares, a falta da análise mais minuciosa da exposição e a não subdivisão do grupo exposto diante da variedade de armamentos e explosivos.

No presente estudo, não foi possível realizar essa subdivisão, uma vez que a amostra continha apenas três indivíduos expostos exclusivamente a explosões.

Por fim, pode-se afirmar que a avaliação auditiva periférica convencional com o uso da audiometria tonal parece não ser suficiente para avaliar os militares expostos a ruído de impacto e sugere-se, então, incluir testes que avaliem a porção central do sistema auditivo na rotina de avaliação desses indivíduos, abarcando alterações auditivas não identificadas na audiometria convencional.

Diante dos achados deste estudo, conclui-se que não houve diferença entre os



limiares auditivos dos grupos exposto e não exposto a ruído de impacto. No entanto, verificou-se configuração audiométrica em entalhe para o grupo exposto.

## 6. REFERÊNCIAS

1. Barreto MASC, Bahmad Júnior F. Hearing loss in military exposed to occupational noise]. *Rev Gest Saúde*. 2012 [cited 07 Ago 2022];(3)3:1094-108. – Available from: <https://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/141/135Portuguese>.

2. Jurkiewicz D, Kantor I. Noise in military service: the current problem. *Pol Merkurius Lek*. 2005 [cited 2022 Aug 07];19(111): 261-4. PubMed PMID: 16358837.

3. Nakashima A, Farinaccio R. Review of weapon noise measurement and damage risk criteria: considerations for auditory protection and performance. *Mil Med* [Internet]. 2015 [cited 2022 Aug 07];180(4):402-8. Available from: <https://academic.oup.com/milmed/article/180/4/402/4160429?login=false>

4. Heupa AB, Gonçalves CGO, Coifman H. Effects of impact noise on the hearing of military personnel. *Braz. J Otorhinolaryngol* [Internet]. 2011 Nov-Dec [cited 2022 Aug 07];(77)6:747-53. Available from: <https://www.scielo.br/j/bjorl/a/GzxxJWPM6NcY-VPRTZVfvDrS/?format=pdf&lang=en>

5. Berger EH, Kieper RW, Gauger D. Hearing protection: surpassing the limits to attenuation imposed by bone-conduction pathways. *J Acoust Soc Am* [Internet]. 2003 Oct [cited 2022 Aug 07];(114)4(Pt 1):1955-67. Available from: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.1605415>

6. Chan P, Ho K, Ryan AF. Impulse noise injury model. *Mil Med* [Internet]. 2016

[cited 2022 Aug 13];181(5)59-69. Available from: [https://academic.oup.com/milmed/article/181/suppl\\_5/59/4209458?login=false](https://academic.oup.com/milmed/article/181/suppl_5/59/4209458?login=false)

7. McBride, DI. Evidence updates on risk factors for occupational noise-induced hearing loss (ONHL). Update 2: review of impact and impulse noise evidence (Commissioned Report for External Body). ACC; 2018 [cited 2022 Aug 14]. Available from: <http://hdl.handle.net/10523/8426>

8. Farias VHV. Avaliação comportamental e eletroacústica do processamento auditivo e da qualidade de vida em militares expostos a ruído de impacto[dissertation on the internet]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2021 [cited 2022 Aug 07]. 86p. Available from: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/63297>

9. Gallun FJ, Diedesch AC, Kubli LR, Walden TC, Folmer RL, Lewis MS et al. Performance on tests of central auditory processing by individuals exposed to high-intensity blasts. *J Rehabil Res Dev* [Internet]. 2012 [cited 2022 Aug 22];49(7):1005–24. Available from: <https://www.rehab.research.va.gov/jour/2012/497/pdf/gallun1497.pdf>

10. Gallun FJ, Lewis MS, Folmer RL, Hutter M, Papesh MA, Belding H et al. Chronic effects of exposure to high-intensity blasts: results of tests of central auditory processing. *J Rehabil Res Dev* [Internet]. 2016 [cited 2022 Aug 18];53(6):705-20. Available from: <https://www.rehab.research.va.gov/jour/2016/536/pdf/jrrd-2014-12-0313.pdf>

11. Lloyd LL, Kaplan H. Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry. Baltimore: University Park Press; 1978.

12. Fritz CO, Morris PE, Richler JJ. Effect



size estimates: current use, calculations, and interpretation. *J Exp Psychol* [Internet]. 2012 [cited 2022 Aug 18];(141)1:2-18. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/51554230\\_Effect\\_Size\\_Estimates\\_Current\\_Use\\_Calculations\\_and\\_Interpretation](https://www.researchgate.net/publication/51554230_Effect_Size_Estimates_Current_Use_Calculations_and_Interpretation)

13. Tomczack M, Tomczack E. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *TSS* [Internet]. 2014 [cited 2022 Aug 18];(21)1:19-25. Available from: [http://tss.awf.poznan.pl/files/3\\_Trends\\_Vol21\\_2014\\_\\_no1\\_20.pdf](http://tss.awf.poznan.pl/files/3_Trends_Vol21_2014__no1_20.pdf)

14. Mrena R, Savolainen S, Pirvola U, Ylikoski J. Characteristics of acute acoustical trauma in the Finnish Defence Forces. *Int J Audiol* [Internet]. 2004 [cited 2022 Aug 18];43(3):177-81. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14992020400050025>

15. Heupa AB, Gonçalves CGO, Coifman H. Effects of impact noise on the hearing of military personnel. *Braz J Otorhinolaryngol* [Internet]. 2011 Nov-Dec [cited 2022 Aug 18];(77)6:747-53. Available from: <https://www.scielo.br/j/bjorl/a/GzxxJWPM-6NcYVPRTZVfvDrS/?format=pdf&lang=en> Portuguese.

16. Olszewski J, Miłonski J, Olszewski S, Majak J. Hearing threshold shift measured by otoacoustic emissions after shooting noise exposure in soldiers using hearing protectors. *J Otolaryngol Head Neck Surg* [Internet]. 2007 Jan [cited 2022 Aug 18];(136)1:78-81. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1016/j.otohns.2006.07.004?journalCode=otoj>

17. Dougherty AL, MacGregor AJ, Han PP, Viirre E, Heltemes KJ, Galarneau MR.

Blast-related ear injuries among U.S. military personnel. *J Rehabil Res Dev* [Internet]. 2013 [cited 2022 Aug 18];50(6):893–904. Available from: <https://www.rehab.research.va.gov/jour/2013/506/pdf/dougherty506.pdf>

18. Wells TS, Seelig AD, Ryan MA, Jones JM, Hooper TI, Jacobson IG, et al. Hearing loss associated with US military combat deployment. *Noise Health* [Internet]. 2015 [cited 2022 Aug 18];17:34-42. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4918647/>.

19. Saunders GH, Frederick MT, Arnold M, Silverman S, Chisolm TH, Myers P. Auditory difficulties in blast-exposed Veterans with clinically normal hearing. *J Rehabil Res Dev*. 2015[Internet]. 2015 [cited 2022 Aug 18];52(3):343–60. Available from: <https://www.rehab.research.va.gov/jour/2015/523/pdf/jrrd-2014-11-0275.pdf>

20. Bernardo LD, Neves EB. Risk factors for hearing loss in naval military personnel: a review. *Rev Bras Saude Ocup*. 2021[cited 2022 Aug 18];46,e7:1-11. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/YJZn6tt49RdNFv5X-GZstmbq/?format=pdf&lang=pt> Portuguese.

21. Guida HL, Diniz TH, Kinoshita SK. Acoustic and psychoacoustic analysis of the noise produced by the police force firearms. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011 [cited 2022 Aug 18];77(2):163-70. Available from: <https://www.scielo.br/j/bjorl/a/qVCBf7NsrdVL8Rm-n6YK4qzx/?format=pdf&lang=en> Portuguese.

22. Beck SD, Nakasone H, Marr KW. Variations in recorded acoustic gunshot waveforms generated by small firearms. *J Acoust Soc Am*. April 2011 [cited 2022 Aug 18];(4)129:1748-59. Available from: <https://asa.scitation.org/doi/abs/10.1121/1.3557045?journalCode=jas>



23. Nakashima A, Farinaccio R. Review of weapon noise measurement and damage risk criteria: considerations for auditory protection and performance. *Mil Med*. 2015 [cited 2022 Aug 18];180(4):402-8. Available from: <https://academic.oup.com/milmed/article/180/4/402/4160429?login=false>
24. Ylikoski M. Prolonged exposure to gunfire noise among professional soldiers. *Scand J Work Environ Health*. 1994 [cited 2022 Aug 18];(20)2:87-92. Available from: <https://www.sjweh.fi/article/1416>
25. Oleksiak M, Smith BM, St. Andre JR, Caughlan CM, Steiner M. Audiological issues and hearing loss among Veterans with mild traumatic brain injury. *J Rehabil Res Dev*. 2012 [cited 2022 Aug 18];49(7):995–1004. Available from: <https://www.rehab.research.va.gov/jour/2012/497/pdf/page995.pdf>
26. Kubli LR, Pinto R, Burrows H, Littlefield P, Brungart D. The effects of repeated low-level blast exposure on hearing in marines. *Noise Health*. 2017 Sep-Oct [cited 2022 Aug 18];(19)90:227-38. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5644382/>.
27. Barreto MASC, Costa CSA, Guarita LKS, Oliveira CACP, Bahmad Júnior F. Auditory monitoring by means of evaluation of the cochlea in soldiers of the Brazilian Army exposed to impulse noise. *Int Tinnitus J*. [Internet]. 2011 [cited 2022 Aug 18];(2)16:123-9. Available from: <https://www.tinnitusjournal.com/articles/auditory-monitoring-by-means-of-evaluation-of-the-cochleain-soldiers-of-the-brazilian-army-exposed-to-impulse-noise.pdf>
28. Neves EB, Soalheiro M. Hearing protection used by the military of the Brazilian army: is it effective? *Ciênc Saúde Colet* [Internet]. 2010 [cited 2022 Aug 18];15(3):889-98. Available from: <https://www.scielo.br/j/csc/a/hPbBgk9GxpVpvjxV4pgcYcS/?lang=pt> Portuguese.
29. Lew HL, Jerger JF, Guillory SB, Henry JA. Auditory dysfunction in traumatic brain injury. *J Rehabil Res Dev*. 2007 [cited 2022 Aug 19];(44)7:921-8. Available from: <https://www.rehab.research.va.gov/jour/07/44/7/pdf/page921.pdf>
30. Ballivet de Régloix S, Crambert A, Maurin O, Lisan Q, Marty S, Pons Y. Blast injury of the ear by massive explosion: a review of 41 cases. *J R Army Med Corps*. 2017 [cited 2022 Aug 19];0:1-6. Available from: <https://militaryhealth.bmj.com/content/jramc/163/5/333.full.pdf>
31. Kujawa S, Liberman M. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after “temporary” noise-induced hearing loss. *Suppl Eur J Neur*. [Internet]. 2009 Nov [cited 2022 Aug 19];(45)29:14077–85. Available from: <https://www.jneurosci.org/content/jneuro/29/45/14077.full.pdf>
32. American College of Occupational and Environmental Medicine. Occupational noise-induced hearing loss. *JOEM*. 2018 [cited 2022 Aug 19];(60)9:498-501. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2796754/#:~:text=Occupational%20hearing%20loss%20includes%20acoustic,of%20permanent%20hearing%20impairment%20worldwide>



**Inovação, pioneirismo, tecnologia e sustentabilidade**  
Soluções para laboratório clínico, imunohematologia e point of care.





Saúde Naval®

Já pensou em uma forma  
de quem chega para a consulta  
trazer um histórico com o  
acompanhamento das aferições  
de pressão arterial?



Disponível na  
App Store



Disponível na  
Google Play

