

Avaliação do Ruído Impulsivo Emitido por Arma de Fogo



Angela Rubas

Arine Celli

****Paulo Henrique Trombetta Zannin**

Laboratório de Acústica Ambiental – Industrial e Conforto Acústico

Departamento de Engenharia Mecânica,

Universidade Federal do Paraná – Centro Politécnico

Rua Benedito Berillo Fangueiro nº 108 – Bairro Jardim Santa Bárbara

CEP: 81540-420 – Curitiba – Paraná – Brasil

****Corresponding Author: Paulo Henrique Trombetta Zannin**

PACS: 43.50.+y

Resumo

Esta pesquisa teve por objetivos: 1) avaliar o ambiente sonoro de um stand de tiro, 2) traçar o perfil audiológico de um grupo de militares expostos a esta prática e 3) verificar se a exposição ao ruído altera os seus limiares auditivos. Para a determinação do nível sonoro emitido pelas armas de fogo, realizou-se medições com o medidor BK 2238 no módulo de *datalog*, a cada 1s. O procedimento de tiro compreendeu 3 disparos em um período de 4s, com três repetições. O nível sonoro impulsivo medido para a série de 9 disparos foi de L_{AIMax} dB(A). Foram examinados audiológicamente 23 militares que atuam no Exército, todos expostos a ruídos de pistola 9 mm, antes e depois da prática de tiro. O exame foi realizado em cabina acústica com o audiômetro Damplex DA 65. Observou-se que não ocorreu variação significativa de limiares auditivos em nenhuma frequência antes e depois do exercício de tiro, o que descaracteriza a presença de alteração temporária do limiar auditivo.

Abstract

This study aimed at 1) evaluating the sound environment of a shooting stand, 2) tracing the audiological profile of a group of military exposed to this practice, and 3) verifying if noise exposure alters their hearing thresholds. Measurements of the sound level emitted by the fireguns were performed using the BK 2238 on *datalog* setting, each second. The shooting procedure consisted of 3 shots within a time span of 4 s, with 3 repetitions. The impulsive sound level measured for the series of 9 shots

was of $L_{max} = 115.4$ dB(A). Twenty-three army men were evaluated audiológicamente, before and after the shooting practice, all of them routinely exposed to the noise of a 9 mm pistol. The audiometry was performed in an acoustic cabin using the audiometer Damplex DA 65. No significant alteration in the hearing thresholds was detected in any frequency before or after the shooting practice, a result which characterizes absence of temporary alteration in the hearing threshold.

1. Introdução

Poluição sonora é o conjunto de todos os ruídos provenientes de uma ou mais fontes sonoras, manifestadas ao mesmo tempo num ambiente qualquer, e é o tipo de poluição que atinge o maior número de pessoas no mundo, depois da poluição do ar (emissões gasosas) e da água.

O ruído age sobre o organismo humano de várias maneiras, prejudicando não só o funcionamento do aparelho auditivo como comprometendo a atividade física, fisiológica e mental do indivíduo e ele exposto. Todos conhecemos, por experiência própria, as sensações determinadas pela exposição a sons de elevada intensidade, seja sob forma de tensão dolorosa da cabeça, de contração dos músculos faciais, seja como distúrbios auditivos ou visuais, sensação de constrição torácica, palpitações e mal estar. Os ouvidos ficam zunindo, aparece cefaléia, o atordoamento e, sobretudo, a sensação de fadiga semelhante à que ocorre após intenso esforço.

Aspectos fisiológicos e patológicos do ruído têm conduzido estudos nos últimos anos. Seus efeitos relacionados à saúde mental e ao rendimento do trabalho, bem como à influência que exerce na gênese de enfermidades orgânicas tem sido alvo de diversas pesquisas (Jerger e Jerger, 1989).

Tratar o tema ruído e suas repercussões na saúde do indivíduo tem sido objetivo de crescentes estudos e preocupações no campo da saúde pública, da fonoaudiologia, da fisiologia, da acústica e da engenharia (Santos, 1999).

Sons de elevados níveis de pressão sonora, intermitentes ou não, podem causar prejuízos auditivos que vão desde uma leve alteração temporária do limiar auditivo (ATL) até perdas auditivas induzidas por ruído (PAIR) ou o trauma acústico, estas irreversíveis.

Por trauma acústico considera-se toda lesão instantânea produzida no ouvido interno, determinada por impactos sonoros como estampidos e explosões. No momento da exposição à perda auditiva pode ser severa, porém os limiares se recuperam, podendo voltar à normalidade ou restando apenas a gota acústica, queda característica na frequência de 4 kHz (Santos e Morata, 1999).

A PAIR, diferentemente do trauma acústico, é uma diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora. Caracteriza-se por alterações dos limiares auditivos nas frequências altas, também conhecida por alteração basococlear (queda de limiares entre 3 kHz e 8 kHz), de caráter irreversível, capaz de comprometer a inteligibilidade da fala (Jerger e Jerger, 1989).

A ATL ou *Temporary Threshold Shift* (TTS) é a piora da audição depois de algumas horas de exposição ao ruído de elevados níveis de pressão sonora que se reverte completamente dentro de 24 horas, em média, a partir do momento em que o indivíduo é afastado da exposição. Quanto maior for o tempo de exposição, maior será o período para recuperação da audição (Jerger e Jerger, 1989; Santos e Morata, 1999).

Um dos ambientes onde se observa níveis elevados de pressão sonora é o militar, pois os militares treinam o tiro com armas de fogo que produzem ruídos intensos (Silva et.al., 2004).

O Exército Brasileiro buscando acompanhar o acelerado desenvolvimento econômico e industrial do País realizou consideráveis investimentos em Ciências, Tecnologia, o que

permitiu fornecer à tropa equipamentos e armamentos projetados e fabricados pelas indústrias nacionais (Ccosmex, 1997). Uma das armas utilizadas para o treino do tiro é a pistola 9 mm M 975 BERETTA. Trata-se de uma arma individual, essencialmente leve, construída com a utilização de aços e ligas especiais. Não obstante seu peso limitado foi projetada para empregar o cartucho 9mm x 19mm. Os disparos constituem-se de sons intensos, intermitentes e explosivos.

A partir destes comentários e considerando que o exército utiliza a pistola M 975 BERETTA para treinamento de tiro, é que elencamos como objetivos desta pesquisa: a) medir o nível de ruído no momento em que indivíduos estão praticando o tiro com a arma supracitada; b) avaliar audiológicamente os sujeitos da pesquisa e descrever os achados audiológicos antes e depois do tiro; c) comparar os resultados audiométricos para determinar a presença ou não da PAIR ou da ATL.

2. Metodologia

A coleta de dados para o presente estudo clínico transversal foi realizada em dois momentos:

2.1 Medição do nível de ruído no stande de tiro:

Como o tiro é um ruído impulsivo, o qual caracteriza-se por uma concentração muito grande de energia em um pequeno intervalo de tempo, as medições não podem ser feitas nos módulos convencionais dos medidores sonoros *Fast* ou *Slow*. Para que a medição de ruído impulsivo possa ser caracterizada é necessária a medição no módulo *Impulse*, o que só possível com medidores especiais como o BK 2238, aqui utilizado. O resultado das medições é expresso então em L_{A1} em dB(A), ou seja, nível sonoro impulsivo ponderado na escala A. Os níveis sonoros foram medidos no módulo *datalog*, com as medições sendo realizadas a cada 1s. Este tipo de medição possibilita uma visualização completa de todo o evento acústico. Posteriormente, os dados foram analisados em laboratório através do software BK 7815. Foram realizadas também análise em frequência, em tempo real das emissões sonoras, com o analisador BK 2260 (Hofmann, 1999).

2.2 Avaliação audiológica dos militares

Foram examinados 23 militares que trabalham em uma Organização Militar do Exército. Todos assinaram termo de consentimento para fins de divulgação dos resultados da pesquisa, e a mesma encontra-se protocolada no Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Tuiuti do Paraná sob número CEP-UTP 003/05.

As avaliações consistiram de anamnese, otoscopia prévia e exame audiométrico (via aérea e via óssea). O exame foi realizado em cabina acústica, com audiômetro DANPLEX DA 65, antes da prática dos tiros e logo após a exposição ao ruído.

Antes do exame audiométrico aplicou-se questionário psicoacústico a fim de levantarmos dados acerca do uso de protetor auricular e sensações auditivas subjetivas como zumbido e tonturas.

3. Resultados

Com relação aos resultados obtidos na medição dos níveis de pressão sonora:

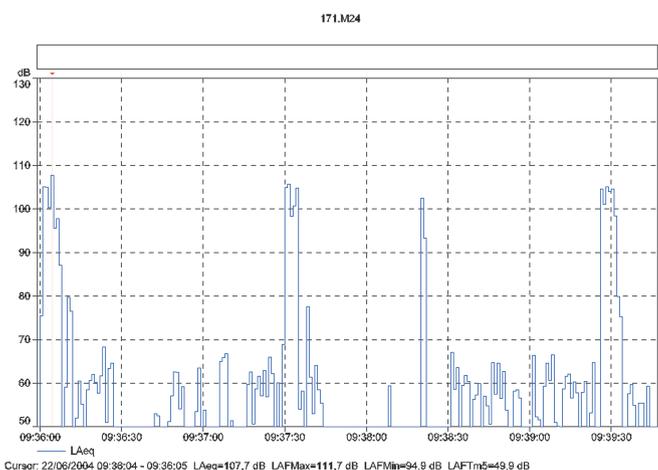


Figura 1. Medição em datalog dos disparos com pistola BERETTA

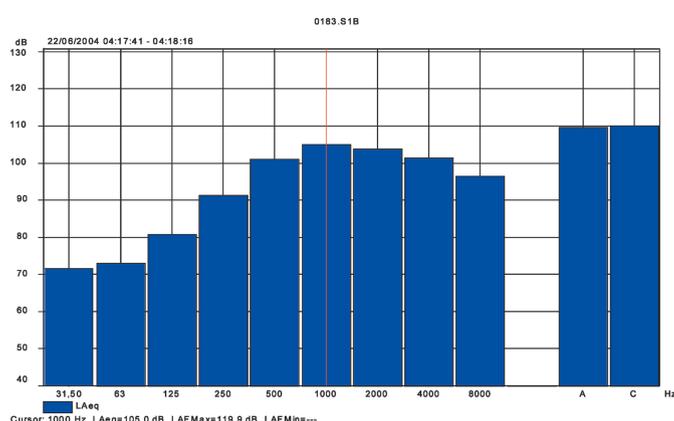


Figura 2. Análise em frequência dos disparos.

A Figura 1 mostra a medição em *datalog* dos disparos efetuados com a pistola BERETTA. Observa-se que 4 séries de disparos foram efetuadas. Entre os disparos existe um tempo de preparação para o próximo disparo. O nível sonoro impulsivo ponderado na escala “A” resultante foi de $L_{Aim} = 115,4$ dB(A). A Figura 2, mostra a análise em frequências

dos disparos. Fica claro a predominância nos disparos, de níveis sonoros elevados na faixa de frequências entre 500 Hz e 4 kHz.

Com relação à caracterização da amostra e efeitos do ruído:

Foram avaliados 23 militares, todos do sexo masculino e que praticam o tiro com a pistola 9mm M975 BERETTA. A média de idade da amostra foi de 22,96 anos, variando entre 18 e 36 anos. Na distribuição por tempo de serviço a média foi de 4,74 anos, variando entre 1 e 18 anos.

Na otoscopia observamos que 100% da amostra apresentava condições íntegras de orelha externa, o que viabilizou a realização das audiometrias.

Os resultados da audiometria tonal limiar realizada antes da prática dos tiros permitiram verificar que 53% da amostra apresenta alterações auditivas do tipo basococlear, característica de exposição a ruído intenso.

Depois da prática dos tiros os militares realizaram novas avaliações audiológicas. Comparamos as audiometrias de cada sujeito da amostra realizadas antes e depois da prática de tiro, e os resultados estão relatados nas tabelas 1 e 2.

TABELA 1: Resultado para a comparação do teste de Wilcoxon entre orelha direita antes e depois do tiro.

FREQUÊNCIAS (kHz)	ESTATÍSTICA Z	PROBABILIDADE P
0,25	0,050965	0,959354
0,5	0,458682	0,646465
1	0,628971	0,529373
2	1,885695	0,059345
3	0,509647	0,610302

TABELA 2: Resultado para a comparação do teste de Wilcoxon entre orelha esquerda antes e depois do tiro.

FREQUÊNCIAS (kHz)	ESTATÍSTICA Z	PROBABILIDADE P
0,25	0,559085	0,576107
0,5	0,968330	0,332887
1	0,369175	0,712000
2	0,235339	0,813947
3	1,155841	0,247755
4	0,627572	0,530289
6	1,161365	0,245502
8	0,663914	0,506750

A entrevista com os militares revelou que todos usam protetores auriculares durante a prática de tiro. Dos 23 sujeitos entrevistados 95% relataram sua audição como boa, 21% dos entrevistados relatam a presença de zumbidos, 26% referem desconforto a sons intensos, 13% referem tonturas e 26% dizem ter dificuldades na compreensão da fala quando estão em ambiente onde o ruído de fundo é fator constante.

4. Discussão

As medições dos níveis de pressão sonora apontaram para o fato de que o ambiente de stande de tiro oferece risco grave e iminente para a saúde auditiva, pois, conforme a literatura pesquisada, sons acima de 90 dBA causam danos ao ouvido humano (Jerger e Jerger, 1989; Santos, 1999). Apesar de 53% da amostra apresentar traçados audiométricos alterados (sinais indicativos de PAIR), somente um militar queixou-se de ter problemas auditivos. Tal achado se explica provavelmente em função de que as perdas auditivas basococleares afetam as frequências altas, portanto, não devem estar, ainda, dificultando a percepção da fala. Estes achados são corroborados por outros estudos que também indicaram altos índices de perdas auditivas em pessoas expostas a exercício do tiro (Faz et.al, 1979; Cox e Ford, 1995; Silva et.al., 2004).

Com relação às tabelas 1 e 2, considerando o nível de significância $\alpha = 0,05$ (5%), a diferença de resultados antes e depois somente é significativa se $p < \alpha = 0,05$. Como isso não ocorreu em nenhuma frequência, podemos afirmar que não existe diferença significativa nos limiares auditivos para as orelhas direitas e esquerdas testadas antes e depois do tiro. Desta forma fica descaracterizada a ATL, o que indica que a utilização dos protetores auriculares está sendo efetiva.

Apesar do teste estatístico não apontar para diferenças significativas nos limiares auditivos antes e depois dos tiros, observamos que dos 11 militares que apresentavam audiometrias com traçados alterados, 9 (39% da amostra) tiveram piora nos limiares de 6 kHz e 8 kHz, enquanto que apenas 1 militar que não possuía alteração audiométrica teve alguma mudança de limiar em 6 kHz. Este achado indica que pessoas portadoras de perdas auditivas têm maior sensibilidade ao ruído, fato já descrito na literatura pesquisada (Godhill, 1979; Jerger e Jerger, 1989; Santos e Morata, 1999).

Quanto aos sintomas extra auditivos relatados pelos militares durante a entrevista, este estudo apontou para o fato de que a maioria da amostra relata sentir zumbidos, tontura, desconforto para sons fortes e dificuldades para compreender a fala na presença de ruído. Estes sinais são

vastamente descritos na literatura que trata do tema (Santos e Morata, 1999; Kiwtko, 1996; Okamoto e Santos, 1999)

A presença do zumbido, relatada por 26% dos militares avaliados, normalmente está relacionada à exposição ao ruído, pois as ondas sonoras de grande amplitude (sons intensos) geram fadiga nas células ciliadas do órgão de Corti, localizadas na orelha interna, causando esta sensação (Kiwtko, 1996; Okamoto e Santos, 1999).

Está normalmente associada ao deslocamento brusco de pressão atmosférica, que acompanha o barotrauma (Okamoto e Santos, 1999), e foi relatada por 13% da amostra avaliada.

O desconforto frente a sons fortes é descrito na literatura pesquisada (Russo e Santos, 1993) como um indício de lesão de células ciliadas externas, exatamente aquelas atingidas pelos níveis elevados de pressão sonora, e 26% da amostra refere este sintoma.

Por fim, a dificuldade em conversar na presença de ruído de fundo relatada por 26% dos militares avaliados pode ser explicada pelo fato de que as perdas auditivas nas frequências altas interferem na habilidade de discriminação dos sons (Russo e Santos, 1993). Quando um som competitivo é sobreposto a outro, fica comprometida a capacidade de perceber pequenas diferenças de fala ou outras características como: plosividade, sonoridade, ritmo ou entonação.

5. Conclusões

Ao final deste trabalho as seguintes conclusões são possíveis:

1. Registrou-se no stande de tiro níveis sonoros de $L_{A_{\text{imax}}} = 115,4$ dB(A), sendo predominante à faixa de frequências entre 500 Hz e 4 KHz;
2. O nível de ruído registrado no stande de tiro excede os valores considerados salúbres;
3. 53% da amostra avaliada apresenta perda auditiva do tipo basococlear;
4. Não houve diferença significativa nos limiares auditivos para as orelhas direita e esquerda avaliadas antes e depois do tiro, ficando descaracterizada a ATL;
5. Houve alteração não significativa dos limiares em 6KHz e 8KHz nos militares que já possuíam perda auditiva basococlear;

6. Zumbido, tontura, dificuldades de conversação na presença do ruído e desconforto frente a sons fortes foram referidas pela amostra exposta a sons fortes durante a entrevista.

6. Referências

Jerger, S e Jerger, J., 1989. "Alterações auditivas". Rio de Janeiro: Editora Atheneu.

Santos, U.P., 1999. "Ruído: Riscos e Prevenção". São Paulo: Hucitec.

Santos, U.P. e Morata, T.C., 1999. TC. Morata. "Efeitos do ruído na audição". In: UP.

Santos. Ruído: Riscos e Prevenção. São Paulo: Hucitec.

Silva, AP., Costa, E.A, Rodrigues, S.M.M., Souza, H.R., Mazzafera, V.G., 2004. "Avaliação do perfil auditivo de militares de um quartel do Exército Brasileiro". Rev Bras Otorrinolaringol: 70:344-50.

CCOSMEX. "Revista do Exército Brasileiro". Edição 1997.

Hoffmann, H., Lüpke, A. e Maue, J., 1999. "0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel". Einführung in die Grundbegriffe und die quantitative Erfassung des Lärms.

Bandeira, F.A.Z, Silva, H.C. e Hercos, C., 1979. "Trauma acústico". Rev Bras Otorrinolaring: 45:261-6

COX, H.J. e Ford, G.R., 1995. "Hearing loss associated with weapons noise exposure: when to investigate an asymmetrical loss". J Leryngol Otol: 109:291-5

Goodhill. V., 1979. "Ear diseases, deafness and dizziness". Maryland: Harper and How.

Kwitko,A., Ferreira, P.G., França, M.T., Zanzini, C e Steggorin, S., 1996. "Perdas auditivas ocupacionais: análise de variáveis e diagnósticos". Rev Bras Otorrinolaring: 3:151-64

Okamoto, V.A. e Santos, U.P., 1999. "Outros efeitos do ruído no organismo" In: UP. Santos. Ruído: Riscos e Prevenção. São Paulo: Hucitec.

Russo, I.C. e Santos, T.M.M, 1993. "A prática da audiologia clínica". São Paulo: Cortez.

Envíese a Sociedad Española de Acústica
C/ Serrano 144 Fax: + 34 91 411 76 51
28006 Madrid (España)
<http://www.ia.csic.es/sea/index.html>
e-mail: secretaria@sea-acustica.org

● ADHESIÓN A LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACÚSTICA

● SUSCRIPCIÓN A LA REVISTA DE ACÚSTICA

Apellidos: Nombre:

Dirección para correspondencia:

C.P.: Ciudad: Provincia: País

Tel: Fax: e-mail:

Centro de trabajo:

Puesto de trabajo:

Dirección:

C.P.: Ciudad: Provincia: País

Tel: Fax: e-mail:

Fecha y firma

La nueva generación de sonómetros

No es solo una novedad. Es la nueva generación de sonómetros, una nueva presencia en el mundo del ruido ambiental y las vibraciones.

Sin complejidades, está diseñado para hacer la vida más fácil; sin exigencias, trabaja para usted; y además, se adapta a cualquier idioma.

Hecho a su medida

Con más de 60 años como pioneros dentro del mundo del sonido y la vibración, Brüel & Kjær presenta su 4ª generación innovadora de instrumentos manuales para la medida de vibraciones y sonido.

El desarrollo de esta última generación -centrada en el Tipo 2250 - está inspirado completamente en las exigencias de usuarios que participan en seminarios y reuniones en todo el mundo. El hardware ha sido diseñado para cumplir las exigencias específicas ergonómicas de los usuarios, y el software de aplicación abarca todo sobre ruido ambiental, resolución de problemas, salud laboral y control de calidad.

Los paquetes de programas de software se pueden adquirir de forma separada, por lo que usted conseguirá lo que necesita justo cuando lo necesite y además será más fácil adaptarnos a sus exigencias si éstas cambian. De esta forma, la plataforma le asegura su inversión ahora y en el futuro.

Creado, construido y hecho para usted personalmente, verá como el 2250 marca una gran diferencia en su trabajo y en todas sus tareas de medición.

¡Consúltenos!

Para más información, contacte con Brüel & Kjær Ibérica, S.A.

Sede social:

Teide, 5 28700 San Sebastián de los Reyes (Madrid)
Tel.: 91 6590820 Fax: 91 6590824

Delegación:

Valencia, 84-86 interior 08015 Barcelona
Tel.: 93 2264284 Fax: 932269090

www.bksves.com email: bruelkjaer@bksv.com

Tipo 2250

Brüel & Kjær 

PULSE *multi-analizadores*



Las nuevas unidades de adquisición 3560-L y 3560-B se añaden a la **familia PULSE** haciendo posible elegir el modelo exacto que usted necesita.

Desde la medida más sencilla, de un solo canal, hasta las tareas de holografía acústica más complejas en tiempo real multicanal, todas las aplicaciones de acústica y vibraciones están cubiertas con PULSE, un sistema abierto, flexible y 100% compatible con otras aplicaciones.

Con más de 5.000 sistemas vendidos (cifras de abril 2004), PULSE se ha convertido en la plataforma de análisis de ruido y vibraciones de más éxito y mayor crecimiento en el mercado.



Tipo 2260

2260 Observer es un sonómetro y analizador portátil capaz de realizar todas las medidas y análisis que normalmente se utilizan en la evaluación de ruido en comunidades y entornos de trabajo. 2260 Observer cumple la nueva norma sobre sonómetros IEC 61672, así como las normas IEC anteriores (60651 y 60804) y las normas ANSI más recientes, además de tener la aprobación de modelo.

Todos los parámetros de banda ancha y valores estadísticos se miden en paralelo, de forma que no se pierde ningún detalle: todos los parámetros están ahí, y sólo hay que elegir qué es lo que se desea examinar, ahora o más tarde.

2260 *investigator*