

GIULIANO TRIGUEIRO DE ASSIS

EXPOSIÇÃO AO RUÍDO E AO CHUMBO EM TREINAMENTOS DE
TIRO DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo

2014

GIULIANO TRIGUEIRO DE ASSIS

EXPOSIÇÃO AO RUÍDO E AO CHUMBO EM TREINAMENTOS DE
TIRO DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Especialista
em Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo

2014

AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente minha esposa Eliza e minha filha Alessandra pela paciência e apoio.

Aos oficiais, praças e soldados da Polícia Militar do Estado de São Paulo pela colaboração, atenção e presteza, durante a realização dos trabalhos.

Às funcionárias da biblioteca da Escola de Minas Ana e Cristina pelo carinho e eficiência.

Aos professores e funcionários do PECE pelo incentivo, atenção e dedicação.

Se você busca melhorar-se, melhorando o seu trabalho, guarde a certeza de que o trabalho lhe dará vida melhor.

(Chico Xavier).

RESUMO

Os policiais militares representam um grupo exposto a altos níveis de ruído e chumbo provenientes dos treinamentos com arma de fogo. O presente trabalho é o estudo de caso da exposição laboral ao ruído e ao chumbo na atividade de treinamento de tiro em um batalhão da polícia militar do Estado de São Paulo. Foram avaliados os níveis de ruído durante dois treinamentos de tiro e realizada uma abordagem das práticas de trabalho e de higiene dos policiais relativas à exposição e contaminação por chumbo. Os estudos contaram com revisão bibliográfica de trabalhos realizados nos Estados Unidos pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). As medições do ruído foram efetuadas utilizando-se um decibelímetro da marca Metrel, modelo Fons 6301 com faixa de medição de 50 dB a 130 dB. As armas utilizadas nos disparos foram carabinas da marca CBC, do tipo Pump, calibre 12, sendo as munições do tipo 3T, providas de balins de chumbo, no primeiro treinamento e Hi-Impact, providas de balote de chumbo, no segundo treinamento. Foram aplicados questionários para identificar exposições ao ruído potencialmente danosas à saúde auditiva anteriores ao serviço policial militar, bem como as práticas de higiene adotadas pelos alunos antes, durante e após o treinamento, com o objetivo de se avaliar a contaminação por chumbo. As medições efetuadas ultrapassaram o limite de detecção do equipamento e os níveis de ruído excederam o limite máximo estabelecido pela NR-15 (130 dB). As respostas obtidas dos questionários evidenciaram a necessidade de se implementar um programa de prevenção de perda auditiva, a obrigatoriedade de exames audiométricos admissionais e periódicos e a necessidade de melhoria nas práticas de higiene por parte dos alunos. Ao final são sugeridas algumas práticas simples e eficazes para serem implementadas para proteção contra a contaminação por chumbo.

Palavras-chave: Polícia Militar. Estande de tiro. Ruído. Chumbo.

ABSTRACT

Military policemen represent are exposed to high levels of noise and lead during shooting training. This work describes a case study concerning the labor exposition to noise and lead during shooting training in a military police detachment in São Paulo State, Brazil. Noise levels were evaluated during 2 shooting training sections, and an investigation on policemen's work and personnel cleaning practices, in what concerns lead exposition and contamination. A bibliographic review was made in National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) databases. Noise measurements were made using Metrel Fons 6301 decibelimeter, range 50 dB a 130 dB. The guns used in the shooting were 12 caliber Pump-type CBC rifles and the munitions used were the type 3Q provided with lead pellets in the first training and Hi-Impact, equipped with leads lugin, in the second one. Policemen were submitted to questionnaires in order to identify potentially dangerous noise exposition priorily to military policial service, as well as hygiene practices adopted before, meanwhile and after training, in order to evaluate lead contamination. The results showed noise levels above the maximum legal acceptable limit (130 dB). Questionnaires suggest the need of hearing loss prevention programs, the requirement of entrance and periodic audiometric exams and the need of improving cleaning protocols. Finally, some simple and suitable practices for lead contamination protection are suggested.

Keywords: Military police. Shooting training. Noise. Lead.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Faixas de pressão sonora.....	19
Figura 2 - Divisão anatômica da orelha.....	21
Figura 3 - Orelha média.....	22
Figura 4 - Orelha interna.....	23
Figura 5 - Cóclea seccionada.....	23
Figura 6 - Órgão de Corti.....	24
Figura 7 - Regiões da membrana basilar que são excitadas por sons de diferentes frequências.....	25
Figura 8 - Carabina calibre 12 marca CBC.....	25
Figura 9 - Componentes de cartuchos calibre 12.....	26
Figura 10 - Mecanismo de disparo de armas de fogo.....	26
Figura 11 - Gases provenientes de disparos de arma de fogo.....	27
Figura 12 - Estande de tiro de instrução.....	42
Figura 13 - Estande de tiro de instrução.....	42
Figura 14 - Área coberta do estande de tiro de instrução.....	43
Figura 15 - Área coberta do estande de tiro de instrução.....	43
Figura 16 - Estande de pista policial de instrução.....	44
Figura 17 - Estande de pista policial de instrução.....	45
Figura 18 - Estande de pista policial de instrução.....	46
Figura 19 - Pista policial de instrução padrão.....	46
Figura 20 - Croqui em perspectiva da pista policial de instrução.....	47
Figura 21 - Carabina calibre 12 marca CBC.....	47
Figura 22 - Cartucho Marca CBC, calibre 12.....	47
Figura 23 - Decibelímetro marca Metrel modelo FonS MI 6301.....	48
Figura 24 - Estande de pista de tiro policial.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variações da pressão ambiente em função do tempo.....	18
Gráfico 2 - Curvas isofônicas.....	19
Gráfico 3 - Função de transferência dos filtros A, B, C e D.....	20
Gráfico 4 - Policiais que já estiveram expostos a explosão ou barulho intenso antes de ingressar na polícia.....	51
Gráfico 5 - Policiais que serviram ao exército.....	52
Gráfico 6 - Policiais que tiraram o protetor auditivo durante o treinamento.....	52
Gráfico 7 - Policiais fumantes.....	53
Gráfico 8 - Policiais que se alimentaram durante o treinamento.....	54
Gráfico 9 - Policiais que não lavaram as mãos antes de se alimentarem.....	54
Gráfico 10 - Policiais que lavam as roupas usadas no treinamento juntamente com as roupas da família.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicadores biológicos de dose absorvida para o chumbo.....	29
Tabela 2 - Limites de exposição ao ruído contínuo ou intermitente.....	30
Tabela 3 - Níveis de picos máximos admissíveis.....	32
Tabela 4 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	34
Tabela 5 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	35
Tabela 6 - Números de disparos admissíveis.....	37
Tabela 7 - Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	38

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BEI	Biological Exposure Indices
BLL	Blood Lead Levels
CA	Certificado de aprovação
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IBMP	Índice Biológico Máximo Permitido
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
NIOSH	The National Institute for Occupational Safety and Health
NR	Norma Regulamentadora
OSHA	Administração de segurança e saúde ocupacional
PCA	Programa de Conservação Auditiva
PEL	Permissible Exposure Limit
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
REL	Recommended Exposure Limit
TLV	Threshold Limit Value
TWA	Time Weighted Average
VR	Valor de Referência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVO.....	16
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 SOM.....	17
2.1.1 Frequência.....	17
2.1.2 Nível de pressão sonora.....	18
2.1.3 Curvas A, B, C e D.....	19
2.1.4 Fator de troca.....	21
2.2 O SISTEMA AUDITIVO.....	21
2.2.1 A orelha externa.....	21
2.2.2 A orelha média.....	22
2.2.3 A orelha interna.....	23
2.3 CARABINA CALIBRE 12.....	25
2.4 EXPOSIÇÃO AO CHUMBO.....	28
2.4.1 Características do chumbo.....	28
2.4.2 Limites de exposição e indicadores biológicos.....	29
2.5 LEGISLAÇÃO DO RUÍDO.....	30
2.5.1 Legislação brasileira.....	30
2.5.1.1 Norma de Higiene Ocupacional NHO-01 Fundacentro.....	30
2.5.1.2 Norma regulamentadora N° 06 (NR-06).....	32
2.5.1.3 Norma regulamentadora N° 07 (NR-07).....	33
2.5.1.4 Norma regulamentadora N° 09 (NR-09).....	33
2.5.1.5 Norma regulamentadora N° 15 (NR-15).....	33
2.5.2 Outras Legislações.....	35
2.5.2.1 Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais.....	35

2.5.2.2 Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional.....	36
2.5.2.3 Administração de segurança e saúde ocupacional.....	37
2.6 ESTUDOS REALIZADOS PELO NIOSH.....	38
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
3.1 TIRO DE INSTRUÇÃO.....	41
3.2 PISTA POLICIAL DE INSTRUÇÃO.....	44
3.3 ARMAS E MUNIÇÕES.....	47
3.4 EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO.....	48
3.5 QUESTIONÁRIO.....	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
5. CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXO I - QUESTIONÁRIO.....	61

1. INTRODUÇÃO

Os Estados Unidos são o país com o maior de número de estandes de tiros, em torno de 16.000 a 18.000 estandes de tiro e estima-se que 15% da população dos Estados Unidos praticam tiro, ou seja, 34,40 milhões de pessoas, daí a preocupação desse país com possíveis contaminantes químicos e exposição ao ruído. Estudos realizados pelo NIOSH nesse país identificaram inadequações nas medidas de prevenção à contaminação por chumbo, bem como à exposição ao ruído tendo sido propostas alterações de forma a controlar os problemas identificados.

A Polícia Militar do Estado de São Paulo conta com um efetivo de mais 100.000 homens que realizam treinamentos periódicos e obrigatórios, porém, são escassos os estudos sobre a contaminação por chumbo e a exposição ao ruído. Os poucos estudos encontrados não geram efeitos práticos no controle destes agentes nocivos.

Os efeitos do ruído proveniente da prática de tiro caracterizam-se pela perda auditiva, zumbido, sensação de ouvido tampado, aumento da frequência cardíaca, contração muscular brusca, entre outros, por isso, é importante a implantação de um programa de preservação auditiva, que vise identificar os riscos, monitorar a audição e elaborar medidas de prevenção e conscientização.

Já o chumbo é um metal pesado, estranho ao metabolismo humano e as munições de arma de fogo são compostas de 95 a 97 % de chumbo. O efeito da intoxicação é lento e cumulativo, e os profissionais expostos a este metal sofrem danos graves a sua saúde.

1.1 OBJETIVO

O presente trabalho procura avaliar os níveis de ruído e as práticas adotadas em relação a prevenção da exposição ao chumbo durante os treinamentos de instrução de tiro e de pista de tiro policial da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

1.2. JUSTIFICATIVA

O assunto tratado nesta monografia surgiu da observação dos policiais militares durante o treinamento de instrução de tiro, os quais estavam expostos a altos níveis de ruído provenientes dos disparos de arma de fogo e ao chumbo originado da detonação da mistura iniciadora (espoleta), do propelente (pólvora) e dos fumos metálicos do atrito do projétil com o cano da arma bem como do contato com cartuchos, armas e superfícies contaminadas com chumbo.

O trabalho visa contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos policiais militares através da prevenção da perda auditiva devido à exposição aos altos ruídos a que estão expostos e da conscientização e controle da exposição ao chumbo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos necessários à compreensão da exposição ao ruído e ao chumbo em treinamentos de tiro com armas de fogo.

2.1. SOM

O som pode ser definido como uma qualidade perceptiva, ou seja, é resultado da percepção de distúrbios das moléculas de um meio em um certo espaço de tempo. Estes distúrbios, por sua vez, apresentam-se em formas de ondas em sua propagação pelo meio. Três elementos são necessários para que este fenômeno ocorra: Emissor – Meio – Receptor.

O emissor produz o distúrbio no meio, que será percebido pelo receptor. Estes distúrbios, de natureza mecânica, são variações de pressão no meio, causada pelo movimento das moléculas, caracterizadas por compressões e rarefações (LAZZARINI, 1998).

2.1.1. Frequência

Frequência de um movimento periódico é o número de oscilações completas na unidade de tempo. A unidade de medida de frequência é o Hertz. Um Hertz é a frequência de um movimento periódico, na qual, cada ponto tem uma vibração completa por segundo (MORETTO, 1980).

A frequência é um elemento característico da fonte que a criou. A onda se propaga sempre com a mesma frequência da fonte que a emite.

O espectro de frequência audível pelo ser humano compreende a faixa de 20Hz a 20kHz sendo as frequências abaixo deste intervalo denominadas Infra-sons e as acima Ultra-sons (BISTAFÁ, 2011).

O gráfico 1 ilustra dois sons de mesma pressão sonora e diferentes frequências. O som de período $T_1 = 50\text{ms}$, correspondente a uma frequência de 20 Hz, é o limite inferior de audibilidade e o de período $T_2 = 50 \mu\text{s}$ correspondente a uma frequência de 20 kHz corresponde ao limite superior de audibilidade.

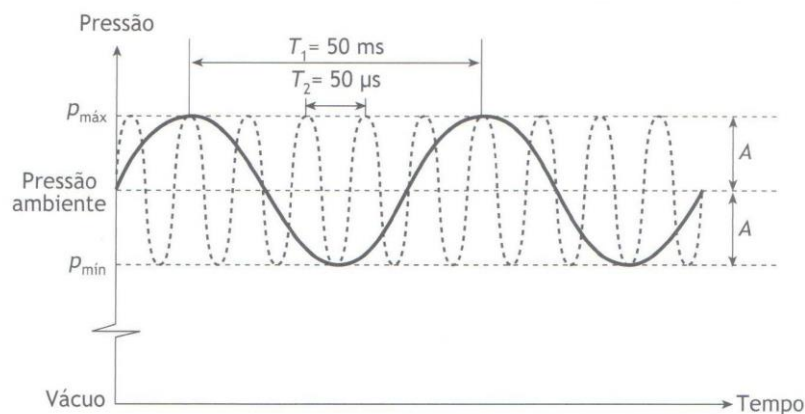


Gráfico 1 – Variações da pressão ambiente em função do tempo.
Fonte: Bistafa, 2011.

2.1.2. Nível de pressão sonora

A pressão sonora é a diferença instantânea entre a pressão atmosférica na presença de som e a pressão atmosférica na ausência de som no mesmo ponto do espaço (MAIA, 2002). Ela é a medida física preferencial para caracterizar a sensação subjetiva da intensidade dos sons (BISTAFA, 2011). No sistema internacional, a unidade de pressão é dada em Newtons por metro quadrado (N/m^2), também conhecida por Pascal (Pa).

A faixa de audibilidade humana, ilustrada na Figura 1, abrange pressões sonoras na faixa de 10^{-5} Pa a 10^2 Pa. Para facilitar o manuseio dessa grande faixa de valores utilizam-se os chamados níveis de pressão sonora em vez da pressão sonora. Define-se o nível de pressão sonora L correspondente a uma pressão sonora P pela seguinte relação:

$$L = 20 \log (I/I_0)$$

Onde I_0 é a pressão de referência igual a $0,00002 \text{ N/m}^2$.

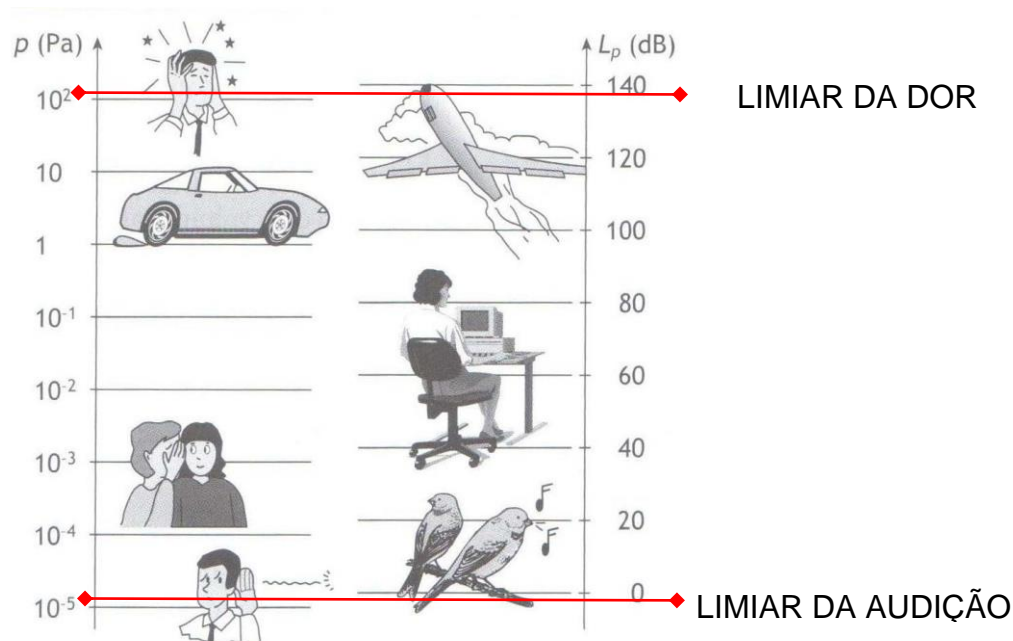


Figura 1 - Faixas de pressão sonora.
Fonte: Adaptado de Bistafa, 2011.

2.1.3. Curvas A, B, C e D

Experiências realizadas por Fletcher e Muson em 1933, mediram a sensibilidade do ouvido humano a diversas frequências e comprovaram que o ouvido humano não consegue detectar de forma linear todas as frequências (BISTAFA, 2011). As curvas de sensibilidade da orelha humana de acordo com as frequências podem ser visualizadas no gráfico 2.

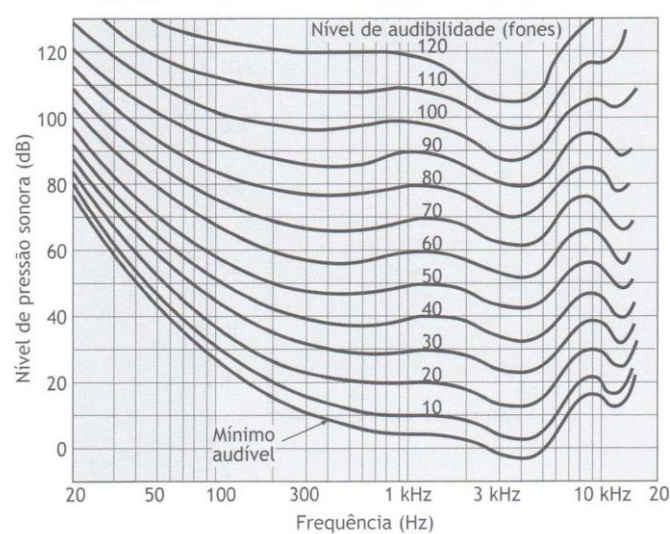


Gráfico 2 - Curvas isofônicas.
Fonte: Bistafa, 2011.

Para compensar as diferentes sensibilidades para as freqüências de som foram introduzidos nos medidores de pressão sonora filtros com o objetivo de aproximar a resposta do aparelho à resposta da orelha humana.

As chamadas curvas de ponderação ou compensação (A,B, C ou D) traduzem a tentativa de equiparar a resposta do equipamento de medição à sensibilidade auditiva. O Gráfico 3 ilustra a compensação realizada pelos filtros A, B, C ou D em função da freqüência.

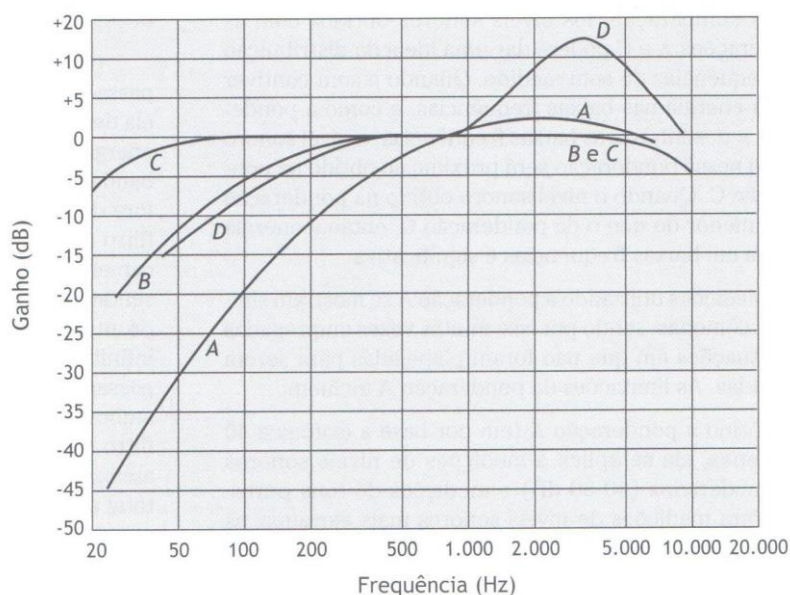


Gráfico 3 - Função de transferência dos filtros A, B, C e D.
Fonte: Bistafa, 2011.

A curva de ponderação A simula a resposta de freqüência do ouvido para baixos níveis, de 40 a 50 decibéis, a curva de Ponderação B simula a resposta de freqüência do ouvido para um nível de conversação normal, aproximadamente 70 decibéis (não é utilizada), a curva de ponderação C simula a resposta de freqüência do ouvido para altos níveis, maiores de 90 decibéis. A curva de ponderação D é usada para avaliar o aumento de perturbação pelo som de alta freqüência presente no ruído produzido por certas naves aéreas.

O resultado é representado somente por dB quando o aparelho não utiliza filtros de ponderação.

2.1.4. Fator de troca

O fator de troca, ou incremento de duplicação de dose, indicado geralmente pela letra q, é um incremento em decibéis que ao ser adicionado a um determinado nível implica na duplicação da dose de exposição.

2.2. O SISTEMA AUDITIVO

A orelha humana é o órgão dos sentidos sensível aos sons e aos efeitos da gravidade e movimento, pode perceber e interpretar sons de frequências entre 20 e 20.000 Hz. A orelha divide-se em três partes: orelha externa, orelha média e orelha interna, cada qual possui sua função específica. A divisão anatômica da orelha pode ser visualizada na Figura 2.

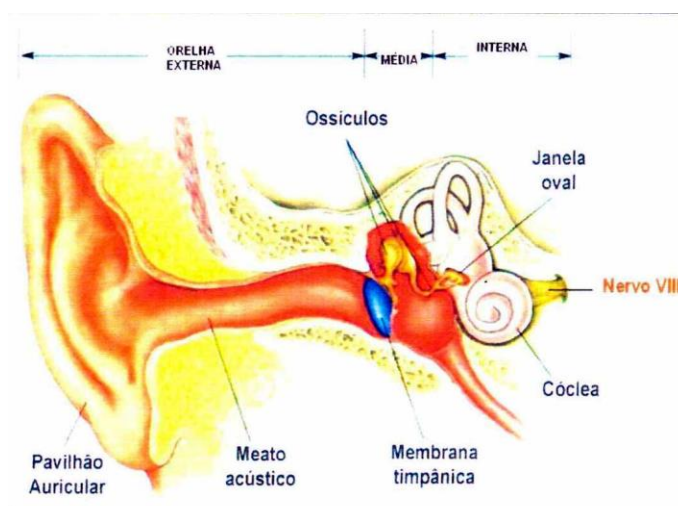


Figura 2 - Divisão anatômica da orelha.
Fonte: Netter. 1999.

2.2.1. A orelha externa

A orelha externa é composta pelo pavilhão auditivo e o canal auditivo.

O pavilhão auditivo é constituído por um esqueleto cartilaginoso que apresenta estrutura elástica e revestimento cutâneo. É responsável por recolher os sons exteriores e conduzi-los para o canal auditivo.

O canal auditivo possui aproximadamente 22 a 27 mm de comprimento e de 6 a 8 mm de diâmetro, revestido por pele em toda sua extensão. Na região próxima ao pavilhão auditivo, apresenta pelos e glândulas sebáceas e

ceruminosas. O cerúmen é o resultado da mistura dos produtos de secreções das glândulas sebáceas e ceruminosas que juntamente com descamações dérmicas tem a função antibacteriana e antifúngica.

O canal auditivo possui freqüência de ressonância aos sons externos nas frequências entre 2k e 5k Hz obtendo um ganho de 10 a 15 dB (Bento, 1998).

2.2.2. A orelha média

A orelha média é composta pela membrana timpânica, a cavidade timpânica, os ossículos (martelo, bigorna e estribo) e a tuba auditiva.

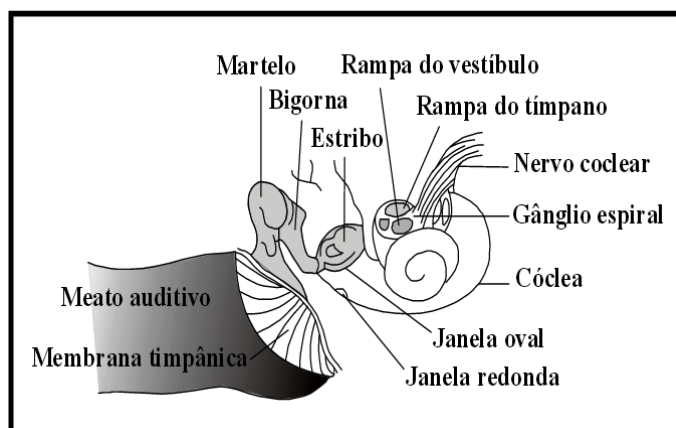


Figura 3 - Orelha média.
Fonte: Spada, 2011.

Na cavidade timpânica encontram-se os três ossículos móveis: o martelo, a bigorna e o estribo. Os ossículos encontram-se ligados em uma cadeia onde o martelo encontra-se preso à membrana timpânica, o estribo à janela oval do vestíbulo e a bigorna é a ligação entre os dois. Os ossículos funcionam como uma alavanca sendo que o conjunto transforma a maior amplitude e menor força da vibração originada na membrana timpânica em menor amplitude e maior força que é passada à janela oval pelo estribo (SPADA, 2011; BENTO, 1998).

2.2.3. A orelha interna

A orelha interna, ilustrada na Figura 4, é composta por uma parte anterior, relacionada com a audição e denominada cóclea ou caracol, e uma parte posterior, relacionada com o equilíbrio, e formada pelo vestíbulo e pelos canais semicirculares.

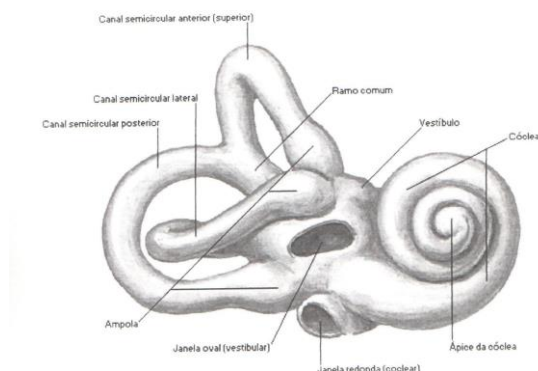


Figura 4 - Orelha interna.
Fonte: Netter, 1999.

O último osso da cadeia ossicular, o estribo, está acoplado a uma fina membrana chamada janela oval. No outro lado da janela oval, no interior da cóclea, está a escala vestibular, um canal em forma de caracol preenchido pelo líquido perilinfa. Quando o estribo vibra são geradas ondas de pressão na perilinfa que se propagam pela escala vestibular e escala timpânica. No final da escala timpânica a onda de pressão encontra a janela redonda onde é absorvida.

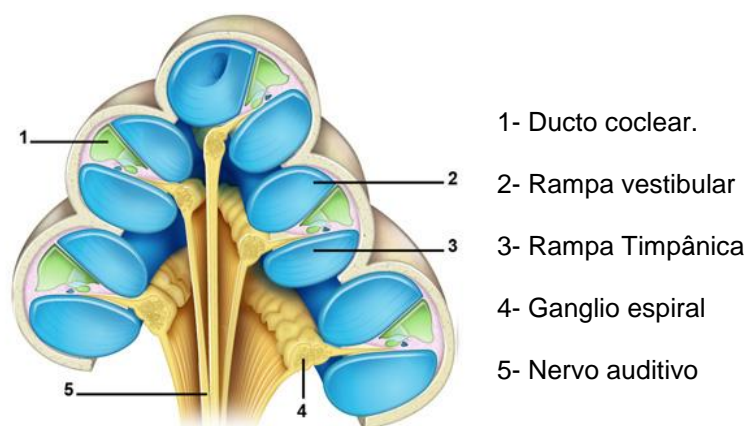


Figura 5 - Cóclea seccionada.
Fonte: Lenoir, 2014.

Durante o trajeto de propagação da pressão através das escalas vestibular e timpânica a membrana basilar excita o órgão de Corti. O órgão de Corti possui células ciliadas especializadas em transformar as vibrações em impulsos elétricos que são transmitidos ao cérebro pelo nervo coclear. A Figura 6 ilustra o órgão de Corti.

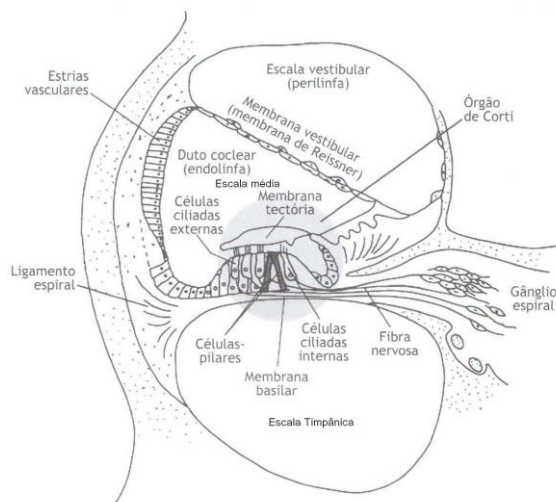


Figura 6 - Órgão de Corti.

Fonte: Bistafa, 2011. Adaptado.

Por ressonância, cada frequência sonora faz vibrar uma secção diferente da membrana basilar. Quando sons de alta frequência penetram pela janela oval, sua propagação ocorre apenas num pequeno trecho da membrana basilar. Como resultado, a membrana move-se forçosamente nesse ponto, enquanto o movimento de vibração é mínimo por toda a membrana. Quando uma frequência média sonora penetra na janela oval, a onda propaga-se numa maior extensão ao longo da membrana basilar antes da área de ressonância ser atingida. Finalmente, uma baixa frequência sonora propaga-se ao longo de quase toda a membrana antes de atingir seu ponto de ressonância. Dessa forma, quando as células ciliares próximas à base da cóclea são estimuladas, o cérebro interpreta o som como sendo de alta frequência (agudo), quando as células da porção média da cóclea são estimuladas, o cérebro interpreta o som como de altura intermediária, e a estimulação da porção superior da cóclea é interpretada como som grave. A figura 7 ilustra as regiões da membrana basilar com as correspondentes frequências de ressonância.

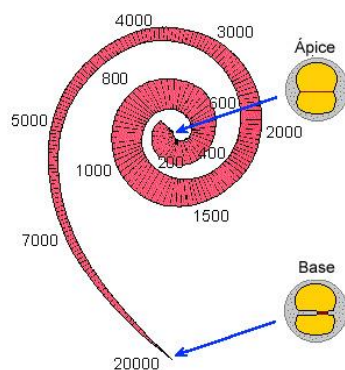


Figura 7 - Regiões da membrana basilar que são excitadas por sons de diferentes frequências.

Fonte: Bistafa, 2011.

A intensidade do som é determinada pela intensidade do movimento das fibras basilares. Quanto maior a vibração, mais intensamente as células ciliares sensitivas são estimuladas e maior é o número de estímulos transmitidos ao cérebro. O ruído intenso causa lesões às células ciliadas provocando perda de audição (BISTAFA, 2011).

2.3. CARABINA CALIBRE 12

As espingardas calibre 12 fazem parte das armas classificadas como longas, devido ao comprimento de seu cano, e de repetição não automáticas, pois é necessária a intervenção do atirador para a realização dos disparos e repetição. A figura 8 ilustra uma espingarda calibre 12, tipo pump, marca CBC.



Figura 8 - Carabina calibre 12 marca CBC.

Fonte: Informativo técnico CBC nº 58.

Os cartuchos possuem os seguintes elementos básicos: o estojo, a espoleta com sua mistura iniciadora, a pólvora e o projétil. A figura 9 ilustra os componentes dos cartuchos da arma calibre 12. Nos cartuchos para espingardas calibre 12, o projétil pode ser único (balote) ou composto por

chumbos de diversos tamanhos (balins). A figura 9 ilustra dois cartuchos de espingarda calibre 12 sendo uma composta de balins e outra por balote.

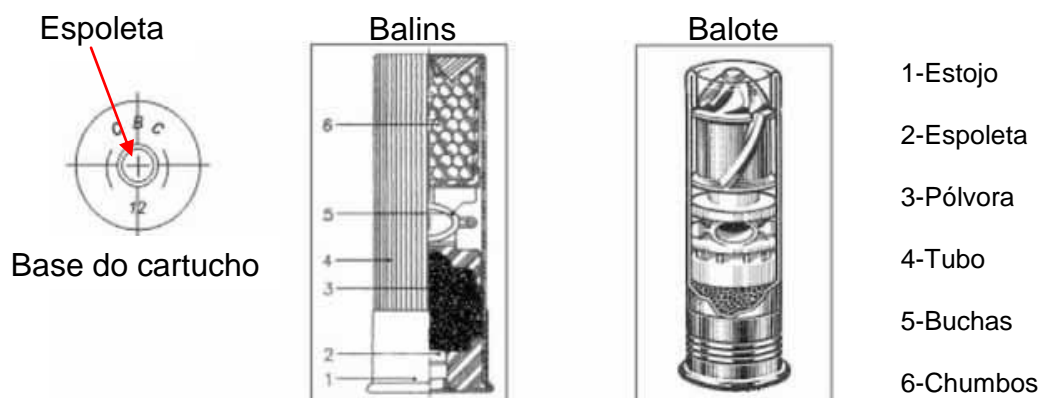


Figura 9 - Componentes de cartuchos calibre 12.
Fonte: Informativo técnico CBC nº 38. Modificado.

Ao ser acionado o mecanismo de disparo da arma, o componente conhecido por percutor atinge violentamente a espoleta, localizada no centro da base do cartucho, detonando a mistura iniciadora. Esta, ao ser detonada, produz chamas que dão início à combustão dos grãos de pólvora. A combustão da pólvora produz um grande volume de gases, cuja pressão arremessa o projétil através do cano da arma. A figura 10 ilustra o mecanismo de disparo de uma arma de fogo.

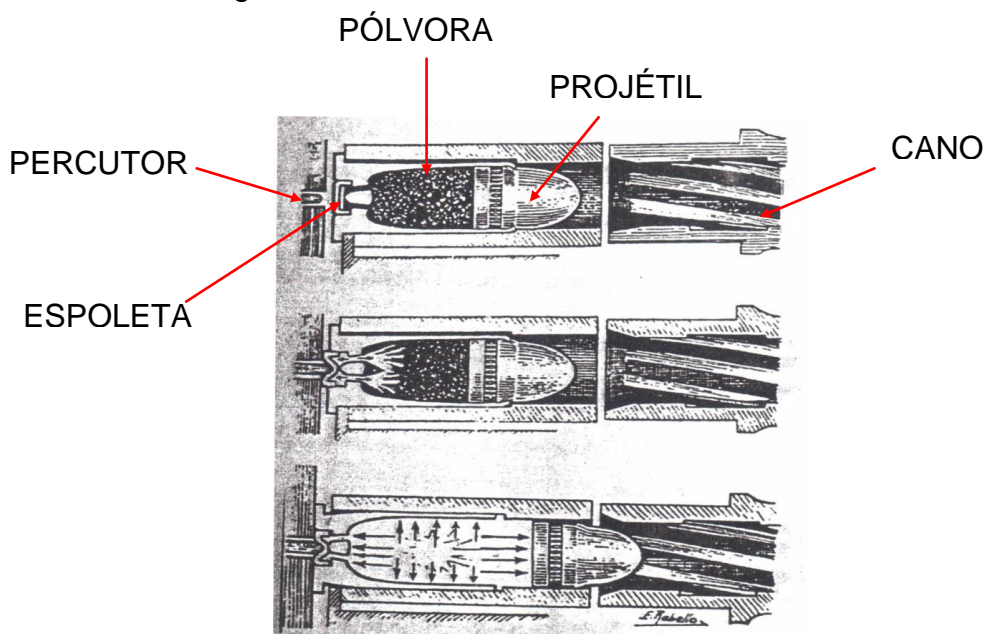


Figura 10 - Mecanismo de disparo de arma de fogo.
Fonte: Brasil, 1999. Adaptado.

O disparo de arma de fogo gera altos níveis de ruído pela detonação da mistura iniciadora da espoleta e pela combustão da pólvora. Trabalho realizado nos Estados Unidos (CHEN, 2011) encontrou valores de pico entre 154,6 dB e 162,7 dB para disparos realizados com armas calibre 12. Além do ruído são gerados resíduos de chumbo provenientes do estifinato de chumbo, presente na mistura iniciadora, pela ação dos gases em alta temperatura na base do projétil, pelo atrito do projétil contra o cano da arma e pelo impacto do projétil contra o alvo (NOVOTNY, 1987). Os gases provenientes dos disparos de arma de fogo podem ser visualizados na imagem 11.

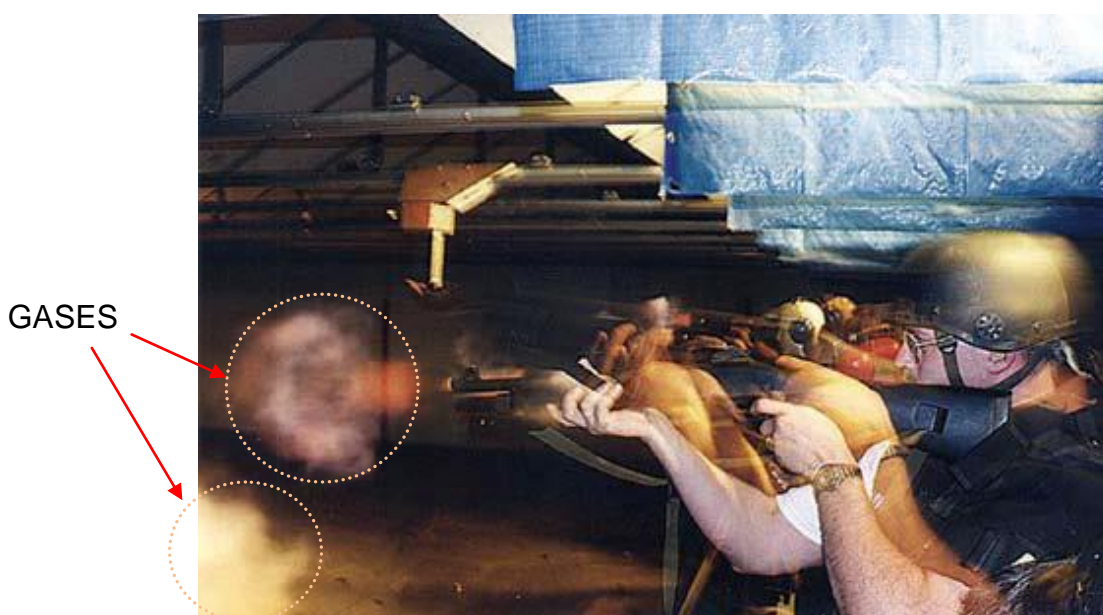


Figura 11 - Gases provenientes de disparos de arma de fogo.
Fonte: United States, 2009. Adaptado.

Atualmente os cartuchos mais comercializados pela Companhia Brasileira de Cartuchos (CBC) possuem mistura iniciadora explosiva composta por estifinato de chumbo, nitrato de bário, trissulfeto de antimônio, tetrazeno e alumínio atomizado. Cartuchos denominados “*clean range*”, cuja mistura iniciadora não possui chumbo, bário e antimônio, foram lançados a partir de 1998 pela Companhia Brasileira de Cartuchos (TOCHETTO, 1999).

2.4. EXPOSIÇÃO AO CHUMBO

2.4.1. Características do chumbo

O chumbo é um elemento químico de símbolo Pb, número atômico 82, com massa atômica igual a 207,2 u. É um metal denso, resistente a corrosão, dúctil e apresenta cor cinza azulado. É maleável e de alta densidade: 11,35 g/cm³ sendo muito utilizado na indústria principalmente pela sua maleabilidade, resistência à corrosão, baixo ponto de fusão (327,4 °C) e alta resistência aos raios X e gama.

O chumbo é um elemento de ocorrência natural, amplamente utilizado há milhares de anos. Atualmente, é um dos contaminantes mais comuns do ambiente, devido às inúmeras atividades industriais que favorecem a sua grande distribuição e à capacidade de penetrar no organismo através da inalação (ar atmosférico), ingestão (água, alimentos e solo contaminados) e por via dérmica. Comumente, as munições de arma de fogo são compostas de 95 a 97 % de chumbo.

Este metal é um elemento não essencial que se acumula no organismo, e seus efeitos tóxicos sobre os homens são conhecidos há muito tempo por afetarem diversos órgãos e sistemas do corpo humano.

Os efeitos tóxicos do chumbo incluem a hiperatividade, perda de coordenação, confusão, encefalopatia, perda de memória, entre outros, sendo efeitos claros de neurotoxicidade. A anemia é um efeito causado por desvios hematológicos uma vez que o metal tem ação tóxica sobre as células vermelhas e da medula óssea (BEZERRA, 2011).

Nos Estados Unidos, a Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ATSDR) elaborou uma lista de prioridades de substâncias mais perigosas, com base em uma combinação de sua frequência, toxicidade e potencial de exposição humana. A lista de prioridades de 2007 e 2011 mostra o chumbo em segundo lugar, atrás somente do arsênio (ESTADOS UNIDOS, 2014).

2.4.2. Limites de exposição e Indicadores biológicos

A Norma Regulamentadora 15 estabelece para uma jornada de trabalho de 48 horas semanais o limite de tolerância de 0,1 mg/m³.

A Norma Regulamentadora 7 exige que os indivíduos expostos ao chumbo inorgânico sejam avaliados com um indicador de dose absorvida (chumbo no sangue - PbS) e um indicador de efeito (ácido deltaminolevulínico urinário - Ala-U ou Zn-protoporfirina eritrocitária - ZPP):

Tabela 1 - Indicadores biológicos de dose absorvida para o chumbo.

Indicador Biológico		Valor de referência	IBMP
Sangue	Chumbo	Até 40 µg/100ml	60 µg/100ml
	Zincoprotoporfirina	Até 40 µg/100ml	100 µg/100ml
Urina	Acido Delta Amino	Até 4,5 mg/g	10 mg/g creatinina.
	Levulinico (Ala-U)		

Fonte: Brasil, 2011. Adaptado.

Nos Estados Unidos, a AGCIH recomenda concentrações permitidas no ar (TLV-TWA, 8 hroas) de:

- 0,05 mg/m³ (Pb metálico e compostos inorgânicos);
- 0,10 mg/m³ (Pb tetraetila);
- 0,15 mg/m³ (Pb tetrametila).

A ACGIH recomenda limite biológico de exposição BEI de 30 µg/100ml. Alerta ainda, que mulheres em idade fértil, cujo chumbo no sangue exceda 10 µg/100ml estão em risco de gerar uma criança com chumbo no sangue acima de considerado seguro pelo Centro de Controle de Doenças que é de 10 µg/100ml. Se a taxa de chumbo dessa criança permanecer elevada, ela pode correr o risco de vir a ter déficit cognitivo.

A OSHA estabelece duas diferentes concentrações permitidas no ar. O nível de ação no ar (REL) de 30 µg/m³ para média ponderada no tempo de 8 horas e o limite teto (PEL) de 50 µg/m³ para média ponderada no tempo de 8 horas.

A OSHA exige, ainda, que para mais de 30 exposições por ano acima do nível de ação deverá ocorrer monitoramento de chumbo no sangue a cada 6 meses. Caso o nível de chumbo no sangue do empregado exceda 60 µg/100g

(ou a média de dos últimos 3 exames exceda 50 $\mu\text{g}/100\text{g}$) o trabalhador deverá ser afastado da atividade até os níveis baixarem a 40 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ou menos.

O NIOSH recomenda o limite de exposição para chumbo (REL) no ar de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para média ponderada no tempo de 8 horas para que o nível de chumbo no sangue (BLL) do trabalhador permaneça abaixo de 60 $\text{mg}/100\text{g}$.

2.5. LEGISLAÇÃO DO RUÍDO

2.5.1. Legislação brasileira

2.5.1.1. Norma de Higiene Ocupacional NHO-01 - Fundacentro

A norma de Higiene ocupacional NHO-01 da Fundacentro estabelece critérios para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído e é aplicada a exposição ao ruído contínuo ou intermitente e ao ruído de impacto. Os limites de exposição da NHO-01 estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 - Limites de exposição ao ruído contínuo ou intermitente.

Nível de ruído	Tempo máximo diário permisível (Tn) (minutos)
80	1523,90
81	1209,52
82	960,00
83	761,95
84	604,76
85	480,00
86	380,97
87	302,38
88	240,00
89	190,48
90	151,19
91	120,00
92	95,24
93	75,59
94	60,00
95	47,62
96	37,79

Continua.

Conclusão.	
Nível de ruído	Tempo máximo diário permisível (Tn) (minutos)
97	30,00
98	23,81
99	18,89
100	15,00
101	11,90
102	9,44
103	7,50
104	5,95
105	4,72
106	3,75
107	2,97
108	2,36
109	1,87
110	1,48
111	1,18
112	0,93
113	0,74
114	0,59
115	0,46

Fonte: Fundacentro, 2001.

Os limites de exposição diários para o ruído contínuo ou intermitente correspondem a uma dose de 100% para 8 horas de exposição medidos em dB(A). O valor teto para ruídos contínuos ou intermitentes é de 115 dB(A), não sendo admitido que este nível seja alcançado ou ultrapassado. O fator de troca (q) adotado, como incremento de duplicação da dose é 3.

O limite de exposição para o ruído de impacto ou impulsivo relaciona o número de impactos ocorridos durante a jornada diária de trabalho com níveis de pico máximo admissíveis. Assim como no ruído contínuo ou intermitente, o fator de troca adotado é 3.

$$N_p = 160 - 10 \log n$$

Onde:

N_p = nível de pico, em dB(Lin), máximo admissível

n = número de impactos ou impulsivos ocorridos durante a jornada de trabalho

Da expressão acima é obtida a Tabela 3, que apresenta valores máximos admissíveis para os níveis de pico correlacionados com o número de impactos ocorridos durante a jornada de trabalho.

Tabela 3 - Níveis de pico máximo admissíveis.

Np	n	Np	n	Np	N
120	10.000	127	1.995	134	398
121	7.943	128	1.584	135	316
122	6.309	129	1.258	136	251
123	5.011	130	1.000	137	199
124	3.981	131	794	138	158
125	3.162	132	630	139	125
126	2.511	133	501	140	100

Fonte: Fundacentro, 2001.

Quando o número de impactos ou impulsos diários exceder a 10.000 ($n > 10.000$) o ruído deve ser considerado como contínuo ou intermitente.

O limite tolerância valor teto para ruído de impacto corresponde ao valor de nível 140 dB(Lin).

2.5.1.2. Norma Regulamentadora Nº 06 (NR-06)

A norma regulamentadora Nº 06 (NR-06) regulamenta os equipamentos de proteção individual (EPI) e os define como “todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e saúde do trabalhador”.

Os equipamentos de proteção individual para serem comercializados no território nacional devem possuir o certificado de aprovação (CA), que é um documento expedido pelo Ministério do Trabalho e Emprego, cuja finalidade é avaliar e manter um padrão nos equipamento de proteção.

2.5.1.3. Norma Regulamentadora Nº 07 (NR-07)

A Norma Regulamentadora nº 7 (NR-7), Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, estabelece a obrigatoriedade, os parâmetros mínimos e as diretrizes gerais para elaboração e implementação do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, por parte de todas as instituições que admitam trabalhadores como empregados, com o objetivo de promover e preservar a saúde dos mesmos na atividade laboral exercida.

No que se refere à exposição ocupacional ao ruído, a NR-7 prevê, em seu Quadro II, a obrigatoriedade da realização de exames quando da admissão, seis meses após a admissão e anualmente, com audiometria tonal nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz e 8000 Hz.

2.5.1.4. Norma Regulamentadora Nº 09 (NR-09)

A Norma Regulamentadora nº 9 (NR-9), Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA. O PPRA visa à preservação da saúde e da integridade física dos trabalhadores, através da antecipação, do reconhecimento, da avaliação e do controle de riscos ambientais, ou seja, dos riscos químicos, físicos e biológicos existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho.

Ao detectar o nível de pressão sonora elevada como agente de risco, a empresa deverá manter um Programa de Conservação Auditiva – PCA com o intuito de evitar ou diminuir a perda auditiva.

2.5.1.4. Norma Regulamentadora Nº 15 (NR-15)

A Norma Regulamentadora nº 15, Atividades e Operações Insalubres, define em seus anexos os agentes insalubres, limites de tolerância e os critérios para avaliar e caracterizar as atividades e operações insalubres, a determinação do grau de insalubridade e o respectivo adicional.

O anexo 1 da NR-15 estabelece critérios para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente. Os limites de tolerância da NR-15 podem ser visualizados na Tabela 4.

Tabela 4 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

Nível de ruído	Máxima exposição diária Permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 horas e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Brasil, 2011.

A norma define ruído de impacto como aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (segundo). Define ainda, que o ruído contínuo ou intermitente entende-se aquele que não seja ruído de impacto. O fator de troca utilizado é 5 (cinco).

Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com medidor de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e resposta lenta (SLOW). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador. Não é permitida exposição a níveis de

ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

Os níveis de pressão sonora para ruídos de impacto deverão ser medidos com o medidor operando no circuito linear e com resposta para impacto. Em caso de indisponibilidade de medidor de nível de pressão sonora com circuito de resposta para impacto, a avaliação poderá ser feita no circuito de compensação C e resposta rápida (Fast).

O limite de tolerância para trabalhadores expostos a ruídos de impacto é de 130 dB (Linear) ou 120 dBC.

2.5.2. Outras legislações

2.5.2.1. Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais

A Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais (American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH) é uma associação profissional de higienistas industriais com sede nos Estados Unidos. Seu objetivo é promover a proteção dos trabalhadores, fornecendo informação científica aos profissionais de saúde ocupacional e ambiental (ACGIH, 2011).

Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com medidor de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e resposta lenta (SLOW). A duração da exposição não deve exceder os tempos apresentados na tabela 5. Esses valores se aplicam ao total da duração da exposição em um dia de trabalho independentemente de a exposição ser contínua ou constituída de várias exposições de curta duração. O fator de troca utilizado é 3.

Tabela 5 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

	Duração diária	Nível de ruído dB(A)
Horas	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91

Continua.

		Conclusão.
	Duração diária	Nível de ruído dB(A)
Minutos	1	94
	30	97
	15	100
	7,5	103
	3,75	106
	1,88	109
	0,94	112
Segundos	28,12	115
	14,06	118
	7,03	121
	3,52	124
	1,76	127
	0,88	130
	0,44	133
	0,22	136
	0,11	139

Fonte: ACGIH, 2011.

Em relação aos ruídos de impacto não deve ser permitida nenhuma exposição para ouvidos desprotegidos em níveis acima de 140 dB(C). Se a instrumentação não permitir a medição de pico no circuito C, uma medição linear com nível de pico abaixo de 140 dB pode ser usada para indicar que o nível de pico ponderado no circuito C está abaixo de 140 dB.

Exposições a certos agentes químicos também podem resultar em perda auditiva. Em situações nas quais possa haver exposição a ruído e também a monóxido de carbono, chumbo, manganês, estireno, tolueno ou xileno recomenda-se a realização de audiometrias periódicas, que devem ser cuidadosamente analisadas.

2.5.2.2. Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional

O Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional (National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH) é o órgão responsável pela realização de pesquisas e elaboração de recomendações para a prevenção de doenças e acidentes de trabalho nos Estados Unidos.

O NIOSH é uma organização profissional diversificada com uma equipe de mais de 1.200 cientistas que trabalham nas áreas de epidemiologia, medicina, higiene industrial, segurança, psicologia, engenharia, química, estatística, economia e gestão. Realiza pesquisas científicas, desenvolve orientações e

recomendações, divulga informações e responde aos pedidos de realização de avaliação de risco para a saúde no local de trabalho (ESTADOS UNIDOS, 2014).

O NIOSH propõe a seguinte fórmula simplificada para reduzir o risco de exposição ao ruído de impulso:

$$N = 10^{(140-PI)/10}$$

Onde N é o número de exposições máximas, PI é o nível de pico de impulso.

Da expressão acima foi contruída a Tabela 6 abaixo que relaciona o número de disparos com o valor máximo admissível para os ruídos de pico:

Tabela 6 - Números de disparos admissíveis.

PI (dB)	N
140	1,0
135	3,2
130	10,0
125	31,6
120	100,0
115	316,2
110	1000,0
105	3162,3
100	10000,0

Fonte: Resultado de aplicação da fórmula $N = 10^{(140-PI)/10}$.

O NIOSH recomenda níveis de ruído no local de trabalho abaixo de 85 decibéis para uma jornada de trabalho de oito horas e adota o fator de troca 3. Para ruídos de impacto recomenda-se que os níveis de pico nunca excedam 140 dB.

2.5.2.3. Administração de segurança e saúde ocupacional

A Administração de segurança e saúde ocupacional (Occupational Safety & Health Administration - OSHA) faz parte do Departamento do trabalho dos Estados Unidos (United States Department of Labor) e é responsável por criar e fazer cumprir as normas de segurança e saúde no trabalho nos Estados Unidos (ESTADOS UNIDOS, 2014).

O limite de exposição permissível (PEL) para o ruído é de 90 dBA, e é adotado fator de troca 5. Os limites de tolerância podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7 - Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

Duração por dia, horas	Nível de ruído dBA resposta lenta
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 1/2	102
1	105
1/2	110
¼ ou menos	115

Fonte: United States, 2014.

A exposição ao ruído impulsivo ou de impacto não deve exceder 140 dB de nível de pressão sonora de pico.

2.6. ESTUDOS REALIZADOS PELO NIOSH

Trabalho realizado pelo NIOSH (KARDOUS, 2009) relaciona pesquisas em cinco estandes de tiro em ambientes fechados. Em outro trabalho (CHEN, 2011) foi realizada avaliação de um estande de tiros a céu aberto da polícia federal, no Estado da Califórnia. Os trabalhos apontam e quantificam os problemas recorrentes relacionados à exposição ao ruído e ao chumbo.

Os problemas encontrados foram:

- altos níveis de ruído;
- altos índices de chumbo no ar, coletados na zona respiratória dos alunos e instrutores;
- níveis de chumbo no sangue, medidos após a prática de tiro, elevados ou acima do permitido pelos critérios da Osha;
- contaminação por chumbo no piso, objetos bem como nas adjacências externas ao estande;
- perdas auditivas já existente em instrutores de tiro;

- redução da eficiência dos protetores auditivos quando utilizados conjuntamente com óculos de segurança.

Nos trabalhos são citados procedimentos para aumentar a proteção contra os altos valores de ruído e diminuir ou eliminar a contaminação por chumbo:

- correções nos sistemas de ventilação (em ambientes fechados);
- uso de espoleta sem chumbo e de munição com projéteis enjaquetados ou sem chumbo;
- adoção de padronização para a manutenção e limpeza do estande;
- programa de proteção respiratória;
- uso de dupla proteção auditiva (protetores de inserção e concha);
- monitoramento biológico;
- estabelecimento de programa de conservação auditiva;
- avaliação da compatibilidade dos equipamentos de proteção (óculos e protetores auriculares);
- utilização de sistemas eletrônicos de simulação usando armas com lasers (sem munição real);
- proibição de comer, beber ou fumar no estande;
- lavar as mãos, braços e rosto antes de comer, beber, fumar, ou ter contato manual com o rosto ou com outras pessoas;
- usar luvas descartáveis para a coleta dos cartuchos e alvos usados;
- separar a roupa contaminada por chumbo no estande e lavá-las separadamente das roupas da família;
- deixar os sapatos usados no estande ou acondicioná-los em sacolas para evitar a contaminação de carros, pisos e tapetes;
- uso de protetores auditivos eletrônicos conjuntamente com protetores de inserção;
- afixar avisos no local de trabalho sobre os perigos e fornecer treinamento;
- não usar limpeza a seco, varrendo ou limpando o pó. Usar limpeza úmida;
- fornecer instalações de higiene adequadas para incentivar a lavagem frequente das mãos;

- fornecer aos trabalhadores informações sobre os sintomas que podem indicar problema de saúde;
- Fornecer proteção respiratória, para a pele e olhos aos trabalhadores que limpam as áreas contaminadas por chumbo;
- informar às trabalhadoras grávidas e atiradoras sobre os possíveis riscos para o feto.

Observa-se que a contaminação por chumbo e os altos índices de ruídos são características intrínsecas da prática de tiro. Os principais meios de proteção associam-se a higiene pessoal, a limpeza do estande e a adoção de programas de proteção respiratória e auditiva. Kardous 2009, encontrou redução de 94% a 97% para a concentração de chumbo no ar ao se utilizar munição sem chumbo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentadas as características dos estandes de tiro, das armas, das munições utilizadas e a rotina de treinamento, além da descrição dos questionários aplicados e do equipamento de medição sonora.

3.1. TIRO DE INSTRUÇÃO

O estande de tiro de instrução, ilustrado pelas figuras 12 e 13, é construído por corte do terreno e possui taludes de corte nas laterais e fundos. Atrás do local de fixação dos alvos está montado um anteparo para os projéteis compostos por peças de eucalipto empilhadas longitudinalmente à trajetória dos disparos dos projéteis. Logo após o anteparo de peças de eucaliptos há uma parede de pneus preenchidos por solo cuja função é impedir que os projéteis que transfixam o anteparo alcancem o talude. Há no local área coberta provida de cadeiras e mesas, que pode ser visualizado nas figuras 14 e 15.

O treinamento de instrução de tiro é realizado em turmas de até 20 alunos e as aulas são ministradas por dois instrutores. Os 20 alunos se revezam nas linhas de tiro em grupos de 6 ou 7 e aguardam sua vez na área coberta. O curso tem a duração aproximada de 4 horas. Pode-se observar o arranjo da linha de tiro na figura 13.

O exercício é realizado utilizando-se carabina calibre 12 e munição da marca CBC, tipo 3T (provida de balins). Os alunos e instrutores utilizam coletes balísticos, óculos de proteção, protetor auditivo NRR 18dB, todos com Certificados de Aprovação - CA. Durante a instrução de tiro os alunos que esperavam a sua vez na área coberta não utilizam protetores auriculares.

Nas medições do nível de pressão sonora realizadas na linha de tiro do treinamento de tiro de instrução o aparelho foi posicionado próximo à zona auditiva do atirador central. O medidor estava ajustado para operar no circuito linear e com resposta para nível de pico.

Cada aluno efetuou um total de dez disparos, multiplicando-se o número de alunos pelo número de disparos, resulta em 200 disparos no período de treinamento.



Figura 12 - Estande de tiro de instrução.
Fonte: Arquivo do autor.

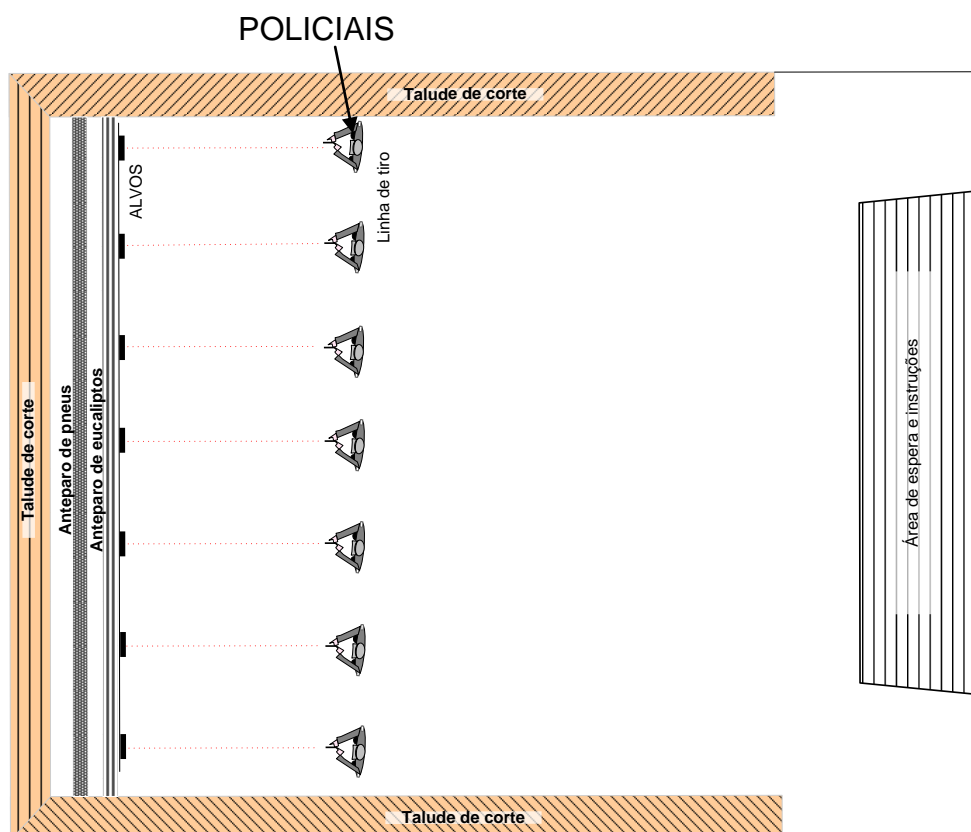


Figura 13 - Estande de tiro de instrução.
Fonte: Croqui elaborado pelo autor.



Figura 14 - Área coberta do estande de tiro de instrução.
Fonte: Arquivo do autor



Figuras 15 - Área coberta do estande de tiro de instrução.
Fonte: Arquivo do autor

3.2. PISTA POLICIAL DE INSTRUÇÃO

A estrutura do estande é semelhante ao do estande de instrução de tiro, cuja base é plana, feita por corte no terreno e tem taludes de corte nas laterais e fundos. Há ainda área coberta provida de cadeiras e mesas para instruções e espera, semelhante à do estande de tiro de instrução.

O treinamento de pista de tiro policial é realizado em turmas de até 20 alunos e as aulas são ministradas por dois instrutores. Os 20 alunos se revezam de 2 em 2 e aguardam sua vez na área coberta. O treinamento tem duração aproximada de 4 horas.

O treinamento de pista de tiro policial tem como objetivo simular situações reais e ocorrem orientadas por um instrutor em um abrigo composto por placas e peças de madeira. A forma da pista policial de instrução está ilustrada nas Figuras de 16 a 20.



Figura 16 - Estande de pista policial de instrução.
Fonte: Arquivo do autor.

O exercício é realizado utilizando carabina calibre 12 e munição da marca CBC, tipo Hi-Impact (provida de balote). Os alunos e instrutores utilizaram os mesmos equipamentos de proteção individual do treinamento de tiro de instrução ou seja coletes balísticos, protetores auriculares e óculos de proteção. Durante treinamento de pista de tiro policial, os alunos que esperavam a sua vez na área coberta não utilizam protetores auriculares.

Cada aluno efetua um total de dez disparos, multiplicando-se o número de alunos pelo número de disparos resulta em 200 disparos no período de treinamento.

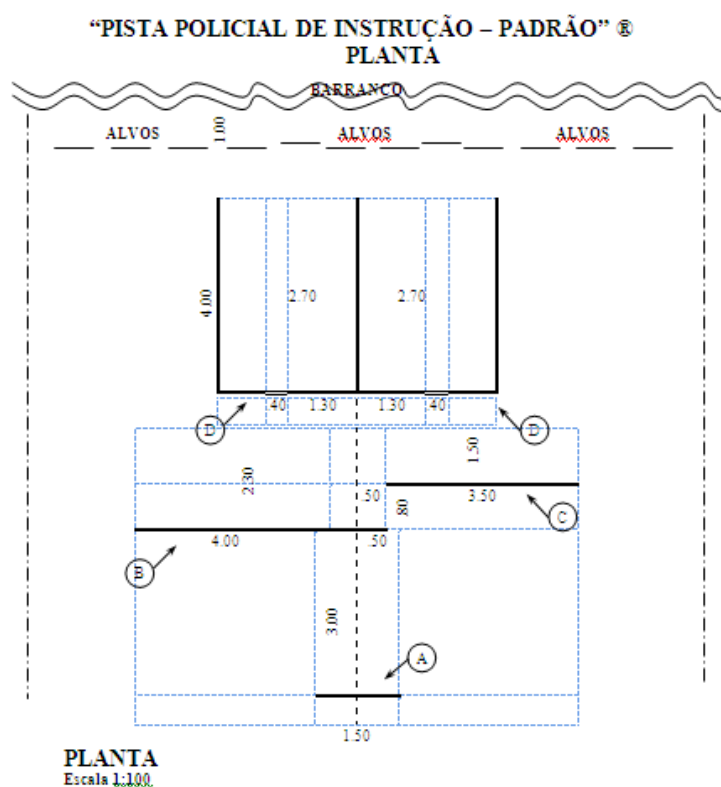
As medições do nível de pressão sonora foram realizadas próximas ao instrutor de tiro. O medidor estava ajustado para operar no circuito linear e com resposta para nível de pico.



Figura 17 - Estande de pista policial de instrução.
Fonte: Arquivo do autor.



Figura 18 - Estande de pista policial de instrução.
Fonte: Arquivo do autor.



- “A” – “B” – “C” – “D”: – São “abrigos” com 2.00 m de altura.
- Os “abrigos” da pista poderão ser feitos com alvenaria, madeira, plástico, lona, etc..
- As medidas laterais poderão adaptar-se à largura do estande.

Figura 19 - Pista policial de instrução padrão.
Fonte: Giraldi, 2013.

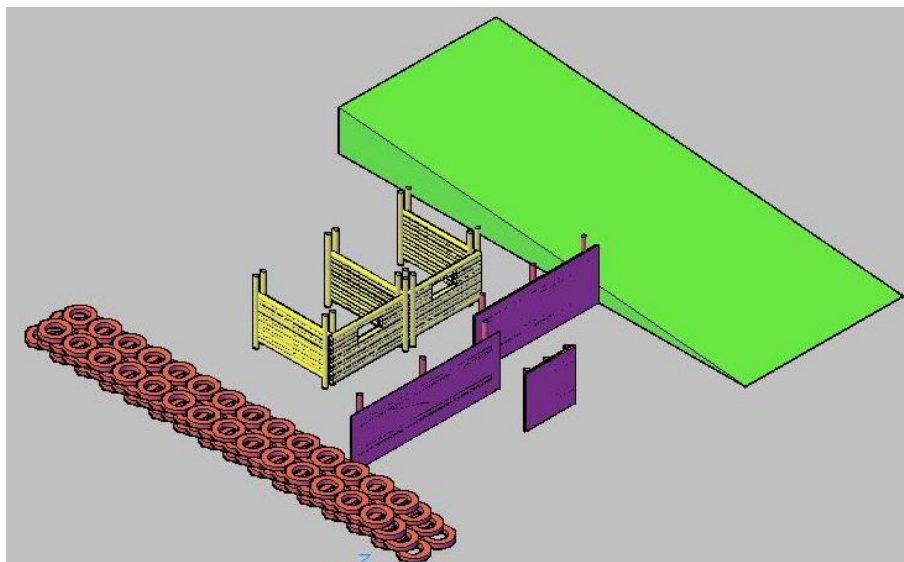


Figura 20 - Croqui em perspectiva da pista policial de instrução.
Fonte: Croqui elaborado pelo autor.

3.3. ARMAS E MUNIÇÕES

Nas instruções de tiro foram utilizadas carabinas da marca CBC, modelo 586.2 do tipo pump, calibre 12. As munições utilizadas foram da marca CBC, modelo 3T (balins) no tiro de instrução e HI-IMPACT (balote) na pista policial de instrução. As figuras 21 e 22 ilustram a arma e a munição utilizadas.



Figura 21 - Carabina calibre 12 marca CBC.
Fonte: Arquivo do autor.



Figura 22 - Cartucho Marca CBC, calibre 12.
Fonte: Arquivo do autor.

3.4. EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO

As medições foram realizadas com medidor integrador de nível sonoro marca Metrel, modelo FonS 6301. A figura 24 ilustra o aparelho utilizado.



Figura 23 - Decibelímetro marca Metrel modelo FonS MI 6301
Fonte: Manual FonS MI 6301 Versão 1.1, 2008.

3.4. QUESTIONÁRIO

Foi elaborado questionário contendo questões básicas, apresentado no Anexo I, coerente com os trabalhos levantados na pesquisa bibliográfica, visando avaliar a exposição ao ruído e os hábitos de higiene dos alunos. Tendo em vista o caráter pessoal do tema, para evitar constrangimentos e possíveis influências nas respostas, os questionários foram aplicados separadamente para cada um dos alunos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No treinamento de tiro de instrução o nível de pressão sonora excedeu o limite de detecção do aparelho que é de 130 dB apresentando resultados com expressão “over”. Entretanto pode-se afirmar que o limite máximo estabelecido pela NR – 15, de 130 d(B) foi ultrapassado.

Foram realizadas medições do nível de pressão sonora na área coberta que variaram de 113,2 dB a 119,3 dB.

Utilizando o critério da NHO – 01 para ruído de impacto, para os 200 disparos efetuados no treinamento, o nível de pico máximo admissível é de 137 dB. O resultado indica que os níveis de ruído na área coberta está abaixo do pico máximo admissível. Entretanto, utilizando o critério do NIOSH, para 200 disparos, o nível de pico máximo admissível é de 117 d(B). Assim, se considerarmos como referência o maior valor de nível de pico registrado, o limite recomendado pelo NIOSH foi ultrapassado.

No treinamento de pista de tiro policial as medições de ruído efetuadas próximas ao instrutor de tiro variaram na faixa de 136,2 dB a 136,9 dB. Medições efetuadas na área coberta de espera variaram na faixa de 103,1 dB a 123,7 dB.

Salienta-se que a faixa de operação selecionada no aparelho, para as medições, foi de 50 dB a 130 dB. Tendo em vista que os valores mensurados excederam o limite de 130 dB do aparelho, os valores apurados devem ser vistos com cautela pois o aparelho foi dimensionado para níveis de até 130 dB, podendo por isso não captar adequadamente os níveis de ruído.

O nível de pressão sonora no treinamento de pista de tiro policial, excedeu o limite de detecção do aparelho que é de 130 dB, ultrapassando o limite máximo estabelecido pela NR – 15, que é de 130 dB.

Em relação aos critérios da NHO – 01 e da NIOSH, para números de impactos por nível de pressão sonora, são os mesmos calculados no exercício de instrução de tiro (137 dB para a NHO – 01 e 117 dB para a NIOSH, para 200 disparos). A exposição ao ruído na área coberta, considerando como referência o maior valor de pico medido, 123,7 dB ultrapassa o limite máximo recomendado pelo NIOSH e não ultrapassa o limite máximo recomendado pela NHO – 01.

Durante o treinamento de pista de tiro policial observou-se que a nuvem de gases provenientes dos disparos permaneciam por um bom tempo na região de treinamento, como pode ser visualizado na área circulada na figura 24, sugerindo que a ventilação natural não é suficiente para dispersar os gases.



Figura 24 - Estande de pista de tiro policial.
Fonte: Arquivo do autor.

Foi verificado que não há um protocolo ou regra para a limpeza do estande que evite a contaminação ou exposição ao chumbo.

Nas áreas cobertas dos dois estandes, o chão e as áreas externas próximas apresentavam-se varridas sendo que a varrição é realizada por uma vassoura de fibras de nylon. Há cadeiras com superfícies de madeira e com superfícies de fórmica. As mesas apresentavam superfície de madeira.

Após os treinamentos os alunos coletam manualmente as cápsulas deflagradas caídas no chão e os alvos utilizados. Todo material recolhido é levado ao depósito juntamente com as armas e os cartuchos não utilizados. Aos armeiros cabe a limpeza e a manutenção das armas usadas no treino.

Os procedimentos acima descritos, de limpeza e coleta de materiais, propiciam a exposição e a contaminação de chumbo pela poeira originada da varrição e pelo contato manual sem proteção com os alvos usados e cartuchos deflagrados.

Não há fonte de água potável para limpeza do local ou higiene dos alunos e instrutores o que torna inviável a limpeza com água e desestimula

boas práticas de higiene. A fonte de água mais próxima, que está nas dependências do batalhão, fica a mais de 200 metros do local de treinamento.

O questionário foi aplicado aos 19 alunos presentes que participaram da instrução de tiro.

Os alunos estavam no curso de formação policial e tinham menos de 1 ano na Polícia Militar, eram todos do sexo masculino e tinham idade entre 19 e 31 anos.

Na primeira pergunta do questionário solicitou-se aos alunos que respondessem se já estiveram expostos a explosão ou a barulho intenso antes de ingressar na polícia. Ao analisar os dados verificou-se que um dos alunos não respondeu a esta questão, sendo o resultado contabilizado com 18 alunos. Dos 18 alunos 6 (31,6%) haviam sido expostos a explosão ou barulho intenso antes de ingressar na polícia. O gráfico 4 apresenta os resultados obtidos.

Os órgãos estaduais não são regidos pela CLT, e por isso não é exigido exame de audiometria admissional para o ingresso na Polícia Militar. A alta frequência de alunos que tiveram exposição anterior a barulho intenso reafirma a necessidade do exame audiométrico ao ingressar na Polícia Militar.

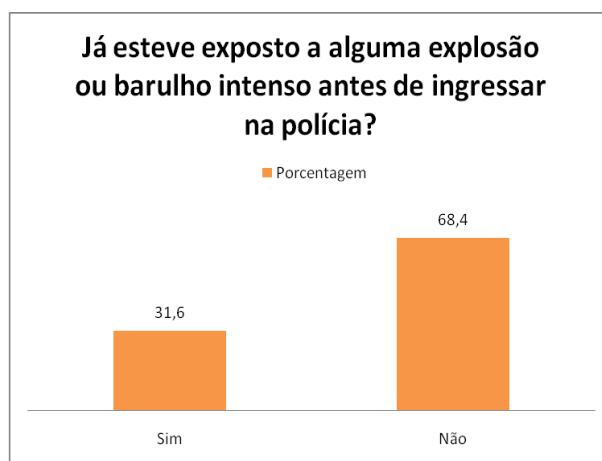


Gráfico 4 - Policiais que já estiveram expostos a explosão ou barulho intenso antes de ingressar na polícia.

Fonte: Elaboração do autor.

Dos 19 alunos, 3 (15,8%) serviram ao exército. Durante o serviço militar são realizados treinamentos com fuzil, granadas e artilharia. Estes treinamentos expõem a altos níveis de pressão sonora podendo o aluno ingressar na Polícia Militar já com alteração auditiva. Mostra mais uma vez a

importância do exame de audiometria antes do ingresso na Polícia Militar. O gráfico 5 apresenta os resultados obtidos.

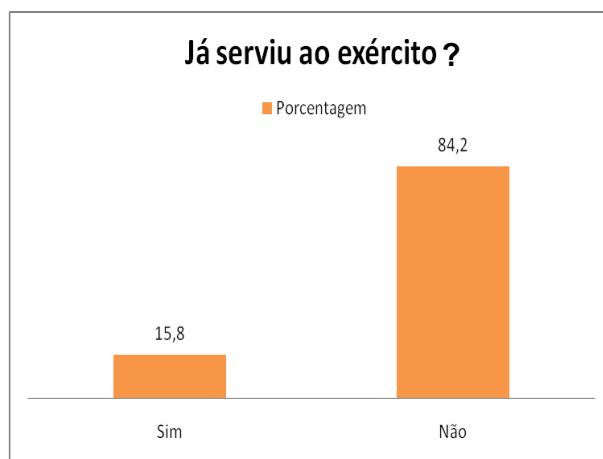


Gráfico 5 - Policiais que serviram ao exército.
Fonte: Elaboração do autor.

Dos 19 alunos, 4 (21,1%) precisaram retirar os protetores auditivos para ouvir as instruções. Durante o treino, o instrutor faz pausas para passar instruções e observações. A retirada do protetor durante o treino pode indicar uma perda auditiva já existente ou que o protetor atenua demasiadamente a voz do instrutor. Além do mais, o tempo necessário para recolocar o protetor é reduzido podendo implicar em um ajuste imperfeito, diminuindo a atenuação do ruído. O gráfico 6 apresenta os resultados obtidos.

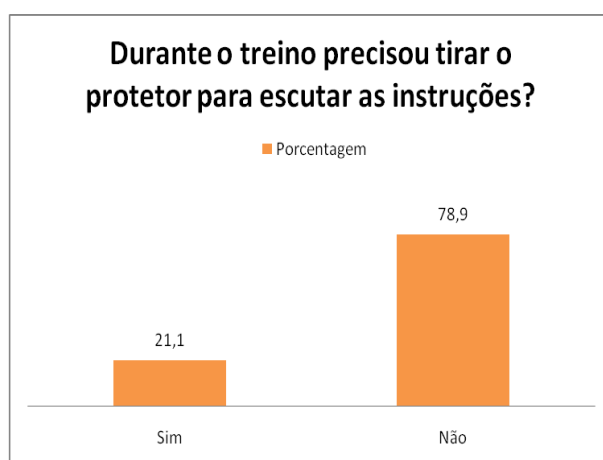


Gráfico 6 - Policiais que tiraram o protetor auditivo durante o treinamento.
Fonte: Elaboração do autor.

A frequência de alunos que fumam e a quantidade de cigarros consumidos por dia mostra a necessidade da proibição de fumar no estande de tiros. O treinamento de tiro é prática corriqueira durante toda vida laboral do policial daí vê-se a necessidade de uma campanha educativa anti-fumo.

Dos 19 alunos, 4 (21,1%) são fumantes. Uma das vias de exposição ao chumbo é através do uso de cigarro no qual as mãos sujas do aluno contaminam o cigarro. Além disso, o tabaco aumenta a absorção do chumbo pelo pulmão, posto que um dos principais mecanismos de excreção pulmonar, o movimento muco-ciliar, é diminuído pela ação do cigarro. Com isto o chumbo permanece na mucosa pulmonar por um tempo maior, facilitando a sua absorção (LEITE, 2006). O gráfico 7 e a Tabela 9 apresentam os resultados obtidos.

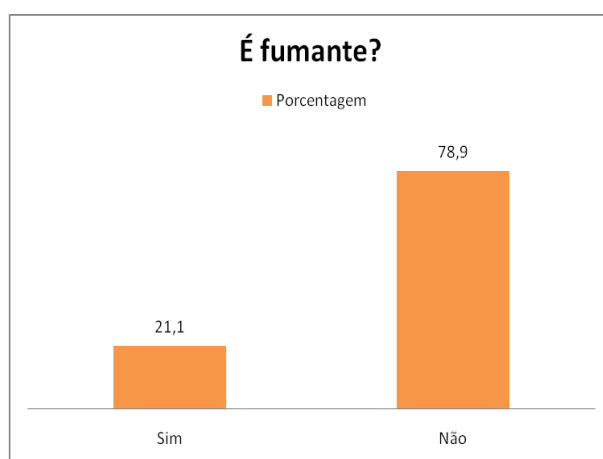


Gráfico 7 - Policiais fumantes.
Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 8 - Quantidade de cigarros por dia e uso do cigarro durante treinamento de tiro para os quatro policiais fumantes.

Aluno	Cigarros por dia	Frequência
1	5	Fuma após o treino
2	10	Fuma antes e após o treino
3	20	Fuma antes, durante e após o treino
4	20	Fuma antes, durante e após o treino

Fonte: Elaboração do autor.

Dos 19 alunos, 12 (63,2%) se alimentaram durante o treinamento. Uma das vias de exposição ao chumbo é através da alimentação por produtos contaminados pelas mãos sujas com chumbo. A alta porcentagem de alunos

que se alimentaram durante as aulas mostra a necessidade da proibição da alimentação durante a prática de tiro. O gráfico 8 apresenta os resultados obtidos.

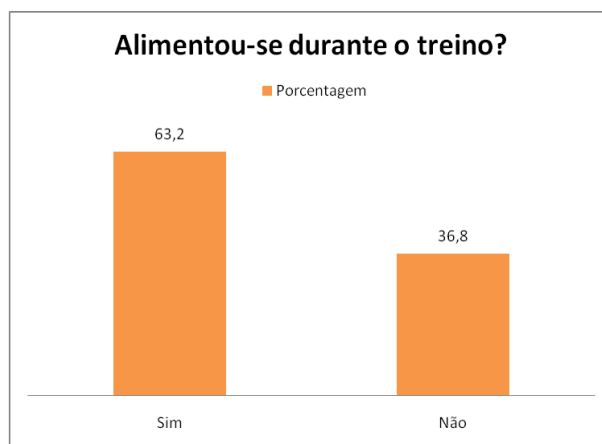


Gráfico 8 - Policiais que se alimentaram durante o treinamento.
Fonte: Elaboração do autor.

Dos 12 alunos que se alimentaram durante o treino, 9 não lavaram as mãos antes de se alimentar ou seja, 47,4% do total de alunos alimentaram-se durante o treinamento sem lavar as mãos. A alta frequência desse comportamento reforça a necessidade da proibição da alimentação durante o treinamento e ainda, informar aos alunos que há chumbo nos objetos além da conscientização sobre a importância de boas práticas de higiene. O gráfico 9 apresenta os resultados obtidos.

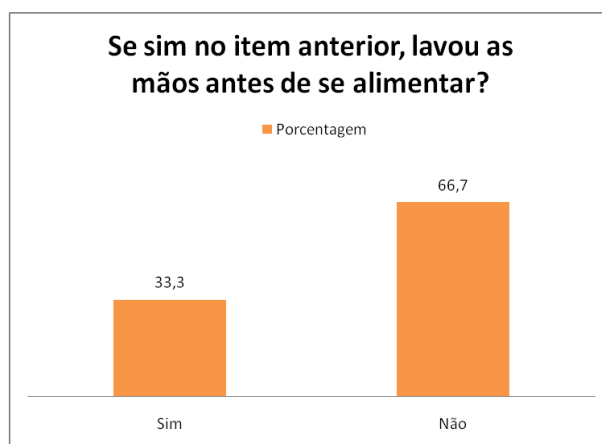


Gráfico 9 - Policiais que não lavaram as mãos antes de se alimentarem.
Fonte: Elaboração do autor.

Dos 19 alunos, 13 (68,4%) lavaram as roupas utilizadas nos treinamentos juntamente com as roupas da família. A contaminação com chumbo nas residências dos alunos pode ser evitada através da separação das roupas e calçados utilizados durante a prática de tiro e a sua lavagem separada das roupas e calçados do restante dos familiares. A lavagem da roupa deve ser feita de preferência no próprio batalhão. O gráfico 9 ilustra aos resultados obtidos.

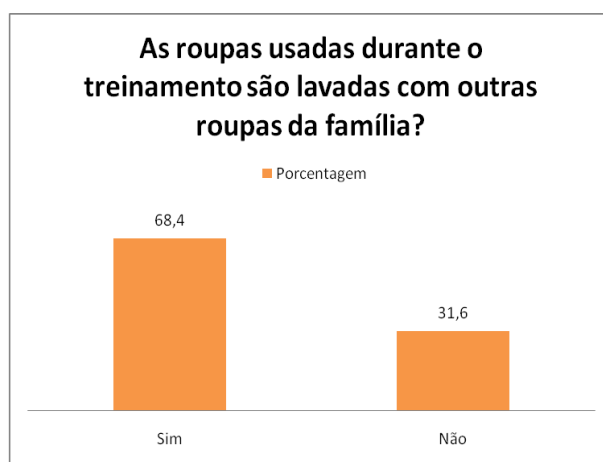


Gráfico 10 - Policiais que lavam as roupas usadas no treinamento juntamente com as roupas da família.

Fonte: Elaboração do autor.

Uma das questões do questionário diz respeito à profissão anterior dos alunos. Dentre eles 2 trabalharam anteriormente como guardas municipais e dois como vigilantes.

5. CONCLUSÕES

As medições de ruído realizadas nos dois estandes superaram o limite de detecção do aparelho que é 130 d(B), excedendo o limite da NR-15 para ruído de impacto. O critério da NIOSH de nível de pico máximo, para os 200 disparos realizados, é de 117 d(B), que também foi superado. Devido ao alto nível de ruído observado nos treinamentos de tiro e dos níveis de ruído encontrados nos trabalhos citados, conclui-se que há a necessidade de estudos mais detalhados dos níveis de ruído e avaliação audiométrica dos profissionais expostos.

A NR-7 do Ministério do Trabalho e Emprego preconiza que, na presença do agente físico ruído, há obrigatoriedade de implantação e implementação de Programas de Conservação de Audição e prevê, em seu Quadro II, a obrigatoriedade da realização de exame de audiometria quando da admissão, seis meses após a admissão e anualmente. Entretanto, a Polícia Militar do Estado de São Paulo é regulada por uma legislação diferenciada que não possui um programa de prevenção de perda auditiva para seus militares nem a obrigatoriedade de exames admissionais ou periódicos.

No tocante ao chumbo, a NR-15 prevê diversas atividades nas quais o simples manuseio de produtos contendo chumbo são consideradas por si só insalubres. Os estandes de tiro geram grande quantidade de chumbo durante os disparos, o qual se dispersa por todo o ambiente, contaminando o ar, as superfícies, as roupas e mãos dos trabalhadores.

As diversas bibliografias pesquisadas demonstram que há alta exposição ao chumbo pelos alunos, instrutores e funcionários e que isto é uma característica intrínseca dos estandes de tiro. As pesquisas alertam para a necessidade de monitoramento ambiental e avaliação periódica nos trabalhadores afetos a essas atividades.

Esse quadro mostra a necessidade da implementação pela Polícia Militar de programa de conservação auditiva próprio com a adoção de exames audiométricos admissionais e periódicos bem como de estudos da exposição ao chumbo e monitoramento dos trabalhadores envolvidos na atividade com a adoção de medidas de controle e higiene que se mostrem necessárias.

Conforme os estudos apresentados, realizados pelo NIOSH, medidas simples e eficazes podem ser implementadas para diminuir a exposição ao chumbo, tais como: substituição da munição usada por munição sem chumbo, instalação de fonte de água potável para higiene dos alunos e limpeza da área coberta e informar aos alunos sobre importância de boas práticas de higiene. Como medida para proteção contra os altos índices de ruído pode-se adotar a utilização de dupla proteção auditiva conjuntamente com protetores eletrônicos.

REFERÊNCIAS

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Limites de exposição ocupacional (TLVs) para substâncias químicas e agentes físicos & índices biológicos de exposição (BEIs). Tradução: Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais – ABHO. São Paulo, 2011.

BENTO, R.F.; MARONE, S.A.M. Tratado de Otologia, São Paulo, Edusp, 1998.

BEZERRA, MÁRCIO LUIZ SOARES. Exposição ao chumbo de militares alvejados por arma de fogo. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz. 2011. 121p.

BISTAFA, Sylvio R. Acústica Aplicada ao Controle do Ruído. São Paulo: Edgard Blucher, 2011. 380p.

BRASIL. Secretaria de Estado da Segurança Pública de Minas Gerais. Curso de atualização para peritos criminais: inovações tecnológicas. Perícias internas. Belo Horizonte, 1999. v.1. Não publicado.

BRASIL. Lei nº 6515. Portaria nº 3214 – NR – 06 – Equipamentos de Proteção Individual. Editora Atlas S.A. 54ª edição, 2004. 583 p.

BRASIL. Lei nº 6515. Portaria nº 3214 – NR – 07 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Editora Atlas S.A. 54ª edição, 2004. 583 p.

BRASIL. Lei nº 6515. Portaria nº 3214 – NR – 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Editora Atlas S.A. 54ª edição, 2004. 583 p.

BRASIL. Lei nº 6515. Portaria nº 3214 – NR – 15 – Atividades e Operações Insalubres. Editora Atlas S.A. 54ª edição, 2004. 583 p.

CHEN L., SCOTT E. B. Health Hazard Evaluation report: Noise and lead Exposure at an Outdoor Firing Range - Califórnia. National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH. NIOSH HETA Nº 2011-0069-3140,

2011. Disponível em: < <http://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/2011-0069-3140.pdf>>. Acesso em: 18 de junho de 2014

ESTADOS UNIDOS. Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ATSDR. The Priority List of Hazardous Substances That Will Be the Subject of Toxicological Profiles, 2013. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/spl/>>. Acesso em: 18 de junho de 2014.

ESTADOS UNIDOS. National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH. About NIOSH. Disponível em <<http://www.cdc.gov/NIOSH/about.html>>. Acesso em 18 de junho de 2014.

ESTADOS UNIDOS. Occupational Safety and Health Standards - OSHA. About OSHA. Disponível em < <https://www.osha.gov/about.html> >. Acesso em 19 de junho de 2014.

ESTADOS UNIDOS. Occupational Safety and Health Standards - OSHA. Toxic and Hazardous Substances. Nº 1910.1025, Lead. Disponível em <https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10030>. Acesso em: 18 de junho de 2014.

ESTADOS UNIDOS. Occupational Safety and Health Standards - OSHA. Occupational Health and Environmental Control. Nº 1910.95, Occupational noise exposure. Disponível em <https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9735>. Acesso em: 18 de junho de 2014.

FUNDACENTRO. NHO – 01 - Norma de Higiene Ocupacional – Avaliação da Exposição ao Ruído. Ministério do Trabalho, 2001. 41p.

GIRALDI, NILSON. Manual do Tiro Defensivo na Preservação Da Vida. Polícia Militar do Estado de São Paulo. 2ª edição, 2013. 239p.

INFORMATIVO TÉCNICO CBC. Cartuchos para armas longas não raiadas. Ribeirão Pires: CBC, n. 38. 2012. Disponível em: <<http://www.cbc.com.br/upload/informativos/8.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

INFORMATIVO TÉCNICO CBC. Espingardas Pump Action CBC 12/24. Ribeirão Pires: CBC, n.58. 2012. Disponível em: <http://www.cbc.com.br/upload/informativos/13.pdf>>Acesso em: 13 jun. 2014.

KARDOUS C. et al. Preventing occupational exposures to lead exposures to lead and noise at indoor firing ranges. Atlanta: NIOSH, apr. 2009. 31 p. Disponível em:< <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-136/pdfs/2009-136.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

LAZZARINI, VITOR. ELEMENTOS DE ACÚSTICA. Maynooth, Ireland. Music Department, National University of Ireland. 1998. 47p.

LEITE, EDNA MARIA ALVES. Exposição ocupacional ao chumbo e aos seus compostos. Belo Horizonte: UFMG, 2016. 22p.

LENOIR, M.; PUJOL, R.; REBILLARD G. Cóclea: Generalidades. Disponível em: <http://www.cochlea.eu/po/coclea>. Acesso: 17/06/2014.

MAIA, PAULO ALVES MAIA. Estimativa de exposições não contínuas a ruído. Campinas, São Paulo: Fundacentro, 2002. 224p.

MORETO, VASCO PEDRO. Física em módulos de ensino. Optica, Ondas, Calor. São Paulo: Ática, 1980. 480p.

NOVOTNY T, THOMAS; COOK, M.; HUGHES, John; LEE, Steven A. Lead exposure in a firing range. **American Journal of Public Health**, Washington, v.77, n.9, p.1225-1226, sept.1987.

SPADA, A.L, O ouvido humano. 2014. Disponível em: http://www.attack.com.br/artigos_tecnicos/ouvido_humano.pdf Acesso em: 26 de fevereiro de 2014.

TOCHETTO, DOMINGOS. **Balística Forense**: aspectos técnicos e jurídicos. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1999. 349 p. (Tratado de Perícias Criminalísticas).

ANEXO I – QUESTIONÁRIO**QUESTIONÁRIO**

Primeiro nome: _____ Celular: _____

E-mail: _____

RE: _____ Idade: _____

Tempo na Polícia Militar: _____

Qual a ocupação anterior? _____

É fumante? (___) Sim

(___) Não

Se fumante: Fuma quantos cigarros por dia? _____

Fuma antes, durante ou após o treinamento de tiro? _____

Já serviu ao exército? (___) Sim

(___) Não

Já esteve exposto a alguma explosão ou barulho intenso? (___) Sim

(___) Não

Precisou retirar o protetor para escutar as instruções? (___) Sim

(___) Não

Alimentou-se durante o treinamento? (___) Sim

(___) Não

Se sim no item anterior, lavou as mãos antes de se alimentar? (___) Sim

(___) Não

As roupas usadas durante o treinamento são lavadas com outras roupas da família?

(___) Sim (___) Não