

ESTUDO SOBRE A EFETIVIDADE DOS SUPRESSORES COMO EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL NAS ARMAS PORTÁTEIS UTILIZADAS PELO COMPANHIA DE COMANDOS E OPERAÇÕES ESPECIAIS DO BATALHÃO DE OPERAÇÕES ESPECIAIS

STUDY ON THE EFFECTIVENESS OF SUPPRESSORS AS PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT IN PORTABLE WEAPONS USED BY THE COMMAND AND SPECIAL OPERATIONS COMPANY OF THE SPECIAL OPERATIONS BATTALION

Gabriel Chaves¹

RESUMO: Este artigo analisou a viabilidade do uso de supressores como Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) em armas portáteis empregadas pela Companhia de Comandos e Operações Especiais (Cia COE) do BOPE. A pesquisa baseou-se na análise documental de normas de saúde ocupacional, bem como artigos científicos que versam sobre a temática. Foram analisados ainda, livros e artigos sobre os aspectos técnicos e formas de funcionamento dos supressores, sendo realizados testes práticos com armas da Cia COE que são equipadas com este acessório, tanto em ambiente aberto, quanto confinado. Para a aferição dos ruídos foi utilizado um decibelímetro digital, configurado para ponderação de frequência C, tempo de resposta Fast. Constatou-se que a efetividade dos supressores varia de acordo com diferentes fatores, sendo que alguns autores já os consideram EPIs. No teste em ambiente aberto, os níveis de ruído ficaram abaixo de 120 dB(C), enquanto, em ambiente confinado, embora não tenham atingido esse patamar, apresentaram reduções significativas em comparação aos disparos sem o acessório. Desta forma, conclui-se que o supressor pode ser utilizado como EPI, principalmente em ocorrências, situações em que o operador, na maioria das vezes, está sem proteção auricular.

2700

Palavras-chave: Supressor. Ruído de Impacto. Proteção Auditiva. Operações Especiais.

ABSTRACT: This article analyzed the feasibility of using suppressors as Personal Protective Equipment (PPE) in portable weapons used by the Special Operations and Command Company (Cia COE) of the BOPE. The research was based on the documentary analysis of occupational health standards, as well as scientific articles on the subject. Books and articles on the technical aspects and operating methods of suppressors were also analyzed, and practical tests were carried out with Cia COE weapons equipped with this accessory, both in open and confined environments. A digital decibel meter configured for C frequency weighting and Fast response time was used to measure noise. It was found that the effectiveness of suppressors varies according to different factors, and some authors already consider them PPE. In the test in an open environment, noise levels were below 120 dB(C), while in a confined environment, although they did not reach this level, they showed significant reductions compared to shots fired without the accessory. Thus, it is concluded that the suppressor can be used as PPE, especially in occurrences and situations in which the operator, in most cases, is without hearing protection.

Keywords: Suppressor. Impact noise. Hearing protection. Special operations.

¹Tenente QOPM – Oficial da Polícia Militar do Paraná. Atuando em função no Estado Maior do Batalhão de Operações Especiais. Formado no Curso de Operações Especiais do Paraná em 2023.

1. INTRODUÇÃO

Os policiais da Companhia de Comandos e Operações Especiais (Cia COE) do Batalhão de Operações Especiais (BOPE) enfrentam situações de extrema complexidade e alto risco, utilizando equipamentos especializados para executar missões críticas. Esses profissionais operam com armas portáteis de alta energia e realizam instruções de tiro semanais, o que os expõe regularmente a elevados níveis de ruídos, tanto em treinamentos quanto em operações. Embora utilizem Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) auditivos durante os treinamentos, é comum que, em cenários operacionais, precisem realizar disparos sem esse tipo de proteção, o que os expõe diretamente aos intensos ruídos de impacto gerados pelas armas de fogo.

A ausência de EPI auricular em alguns cenários operacionais, se justifica pela necessidade de manter a acuidade auditiva, essencial para identificar possíveis ameaças e garantir a segurança da equipe. O uso de abafadores auditivos em operações desse tipo pode comprometer essa percepção auditiva, colocando os operadores em risco.

Contudo, a exposição contínua a elevados níveis de ruídos de impacto, como os gerados por disparos de armas de fogo, representa um risco significativo para a saúde auditiva dos policiais. Esse tipo de exposição pode causar danos severos ao sistema auditivo, incluindo a perda auditiva induzida por ruído (PAIR), conforme destacado por GUIDA et al. 2010.

Diante desse contexto, torna-se crucial buscar soluções que conciliam a proteção auditiva com a manutenção da eficiência operacional. Conforme Stewart M 2018, a melhor maneira de reduzir o risco de PAIR relacionado a arma de fogo é atenuar o ruído que atinge os ouvidos. Isto é possível utilizando protetores auriculares, combinados com o supressor na arma.

Ao se disparar uma arma o ruído emitido é composto de quatro componentes principais: o acionamento da carga de projeção, a onda de choque devido ao movimento supersônico do projétil, a onda originada pela coluna de ar expelida pelo cano da arma a frente do projétil e a onda acústica gerada pela colisão das peças do mecanismo da arma durante o disparo. SELECH, J. et al. 2020

Nesse contexto, os supressores surgem como uma alternativa eficaz para atenuar os picos acústicos gerados pelos disparos de armas de fogo. Esses dispositivos são projetados para serem acoplados à extremidade do cano e atuam diretamente sobre os gases liberados durante o disparo. Esses gases, ao se expandirem de forma abrupta, provocam um deslocamento de ar intenso que resulta em um alto estampido. A função dos supressores é reduzir a taxa de

expansão dos gases, permitindo que eles sejam liberados no ambiente com menor pressão e velocidade, o que, por sua vez, diminui significativamente o som emitido pelo disparo. MARIZ LGR, 2022

O presente estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade do uso de supressores como uma medida preventiva para reduzir os danos ao sistema auditivo dos policiais da Cia COE. O foco está em verificar a efetividade dos supressores na redução da intensidade do ruído, além de analisar possíveis impactos adversos com os demais equipamentos utilizados pelos operadores. Para alcançar esses objetivos, foram realizados testes com armas pertencentes à Cia COE equipadas com supressores, cujos resultados serão apresentados ao longo deste artigo.

2 . METODOLOGIA

O presente estudo utilizou uma abordagem qualitativa para analisar o funcionamento e a aplicação de supressores de som em armas de fogo, com foco em suas características técnicas e sua eficácia na redução de ruídos. Paralelamente, foram revisados artigos científicos e normativas que tratam da saúde auditiva, estabelecendo os limites aceitáveis de exposição a ruídos, conforme preconizado pelas Normas Regulamentadoras aplicáveis. Essas diretrizes também orientaram os testes realizados para avaliação prática.

2702

2.1 Testes de Campo

Para avaliar o nível de ruídos das armas equipadas com supressores foram realizados testes com três modelos de armas portáteis utilizadas pela Cia COE, sendo elas:

- Carabina Colt Sporter Competition HBAR calibre .223 Rem, equipada com supressor de som.
- Fuzil ArmaLite, M15 Calibre 5,56x45 mm, equipado com supressor de som.
- Fuzil ArmaLite AR-10 Supersass que permite a utilização dos calibres 7,62x51 mm e .308 Wim, equipado com supressor de som.

Os disparos foram conduzidos nas condições:

2.1.1 Ambiente aberto

- Realização de disparo sem o supressor.
- Realização de disparo com o supressor.

2.1.2 Ambiente confinado

○ Repetição dos mesmos disparos, com e sem o supressor, visando avaliar a propagação dos ruídos em locais de reverberação sonora, simulando operações em espaços restritos.

Para mensurar os níveis de ruído foi utilizado o decibelímetro digital modelo DDU-200 – Unity, precisão de ± 1.5 dB, escala de medição : 80~130 dB, ponderação de frequência C, tempo de resposta Fast. O aparelho foi posicionado próximo ao ouvido do operador que realizou os disparos, as medições foram realizadas por engenheiros. Essa posição reflete de forma realista a exposição sonora a que os policiais estão submetidos durante o uso das armas.

3. SUPRESSOR NO ÂMBITO DAS OPERAÇÕES ESPECIAIS

Os supressores, historicamente, têm sido utilizados por unidades de operações especiais Bedran P. (2022). Nesse ínterim, a Cia COE, face a sua atuação em missões de operações especiais, dispõe de supressores acoplados a algumas de suas armas portáteis. Contudo, esses acessórios ainda não estão disponíveis em todos os armamentos utilizados pela sub-unidade.

A exposição dos policiais a ruídos intensos ocorre principalmente durante as instruções de tiro, as quais na Cia COE ocorrem semanalmente, e onde o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) auriculares é uma prática obrigatória, mitigando parcialmente os riscos à saúde auditiva. No entanto, essa exposição também se verifica no atendimento de ocorrências policiais. Nesses cenários, o uso de abafadores nem sempre torna-se viável devido às exigências táticas, que demandam total acuidade auditiva para a identificação de ameaças e a manutenção da segurança dos operadores.

Dentre as áreas de atuação da Cia COE, destacam-se operações em ambientes hostis, que exigem alto nível de preparo dos operadores. Nas ações realizadas em áreas de mata, por exemplo, é essencial a aplicação de técnicas de movimentação silenciosa para evitar a detecção. Nessas situações, os operadores precisam se deslocar de maneira eficiente, minimizando ao máximo os ruídos e sinais visuais. O controle rigoroso de luz e som é indispensável, garantindo a discricção, enquanto a comunicação é realizada por meio de gestos e sinais padronizados. Isso permite a coordenação da equipe sem alertar criminosos. SANTOS, R.B. dos, 2024.

Dado esse contexto, o uso de abafadores em missões dessa natureza é inviável, pois os operadores precisam utilizar todos os sentidos para identificar a presença de possíveis ameaças ou criminosos que tentam se esconder no ambiente.

Diante disso, este estudo busca avaliar se a utilização de supressores poderia representar uma alternativa viável para minimizar os impactos à saúde auditiva dos policiais durante situações em que o uso de armas de fogo seja indispensável, especialmente em operações que exijam disparos sem o uso de EPIs auditivos.

4. SUPRESSOR DE RUÍDO: DEFINIÇÃO E FUNCIONAMENTO

Os supressores de som são considerados acessórios para armas de fogo. Apresentando geralmente um formato cilíndrico, são projetados para serem acoplados junto à boca do cano, e criam uma zona controlada para receber os gases que são expelidos pelo disparo. Sua função é reduzir a velocidade dos gases gerados no momento do disparo, atenuando o ruído resultante.

AVILA J.T. 2022

O supressor de som é classificado pela Portaria 118 de 04 de outubro de 2019 do Comando Logístico do Exército Brasileiro, como acessório de arma de fogo, sendo considerado pelo Decreto 10.030 de 30 de setembro de 2019 como produto controlado de uso restrito, por ter a finalidade de abrandar ou suprimir o estampido.

Pode ser acoplado à arma, mediante rosca ou engate rápido. Em seu interior costuma ser segmentado em câmaras e possui aberturas maiores que o diâmetro do projétil utilizado, alinhadas ao eixo longitudinal do cano da arma de fogo. Dessa forma, o projétil não entra em contato com o supressor, passa livremente, enquanto grande parte dos gases quentes em expansão é contida, redirecionada e absorvida dentro do supressor, reduzindo, de maneira significativa, o som produzido pelo disparo. BEDRAN P, 2022

Conforme leciona Mariz LGR, (2022) quando o projétil é expelido pelo cano da arma, os gases gerados são liberados abruptamente no ambiente, atingindo velocidades e pressões extremamente elevadas. Esse processo provoca um intenso deslocamento de ar e um estampido sonoro significativo. Nesta senda, a função dos supressores é restringir a taxa de expansão dos gases, de modo que ao acessar o ambiente, tenham suas pressões e velocidades reduzidas, gerando menor estrondo.

Ao contrário da crença popular de que estes acessórios anulam totalmente o estampido, eles não são capazes de silenciar completamente o som do disparo, mas sim minimizam seus ruídos, em aproximadamente 30 decibéis, resultado semelhante ao de um abafador de ruídos. BEDRAN P. 2022 apud HEISKELL, L. 2009

Em virtude disso, Souza, DG 2024, aponta que os supressores podem ser considerados EPIs, pois são capazes de mitigar os efeitos dos ruídos dos disparos, principalmente em situações reais, onde não é possível o atirador estar utilizando abafadores. Nesse contexto, Mariz, LGR, 2022, afirma que os supressores podem ser considerados como Equipamentos de Proteção Coletiva, tendo em vista que a redução do estampido irá beneficiar outras pessoas próximas ao atirador.

Essa redução do ruído está diretamente relacionada ao design dos supressores, que variam em tamanho e na angulação de suas cavidades internas. Essas características estruturais influenciam a eficiência na dissipação dos gases, tornando possível uma redução mais efetiva do som gerado pelos disparos. KILIKEVIČIUS et al., 2023

A dinâmica utilizada para a redução da pressão dos gases nos supressores geralmente ocorre por câmaras sequenciais ou por escoamento contínuo.

Os supressores baseados em câmaras sequenciais possuem diversos compartimentos internos onde os gases se expandem gradualmente à medida que passam por cada câmara. Esse processo reduz a taxa de expansão dos gases até que sejam liberados para o exterior do supressor, cumprindo o objetivo de desacelerar sua velocidade de saída, minimizando o som e a formação de ondas de choque. MARIZ LGR, 2022.

Figura 1 - Representação do sistema de câmaras sequenciais

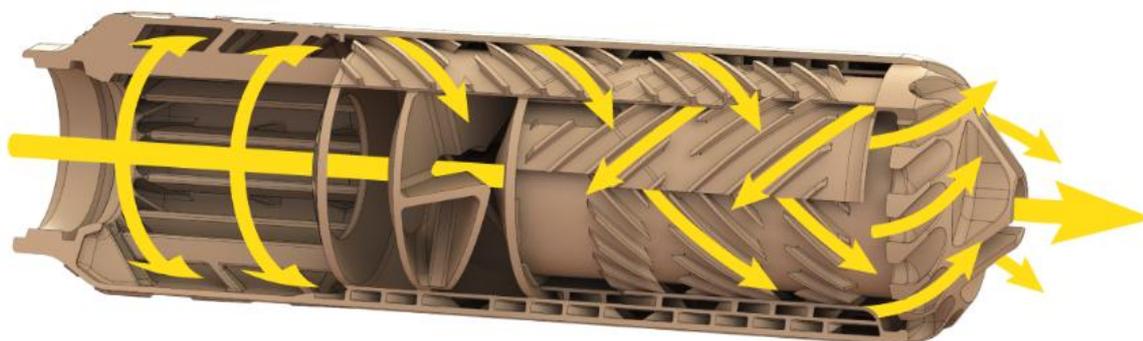


Fonte: MARIZ LGR, 2022. p. 204

Já os modelos que operam por escoamento contínuo possuem um sistema interno de canalização dos gases, que prolonga seu trajeto até serem expelidos. A liberação ocorre na região frontal, alinhada com a saída do cano, mas de forma retardada. Assim como no sistema de câmaras sequenciais, parte da expansão dos gases é contida dentro do supressor, o que também resulta na desaceleração de sua saída, reduzindo o ruído e a geração de ondas de choque. MARIZ LGR, 2022.

O sistema de escoamento contínuo, também conhecido no mercado como tecnologia *Flow Through*, destaca-se por canalizar os gases gerados no interior do supressor, direcionando-os para a parte frontal. Esse mecanismo reduz significativamente a quantidade de gases que retornam para o interior da arma, minimizando o acúmulo de resíduos e sujidades no mecanismo de funcionamento.

Figura 2 - Representação sistema de escoamento contínuo - *Flow-Through*



Fonte: HUXWRX - <https://huxwrx.com/technology>

Mariz LGR (2022) destaca que o uso de supressores traz outros benefícios importantes, como a redução do recuo da arma e das ondas de choque supersônicas. Além disso, o acessório aumenta a segurança na região próxima à boca do cano, pois reduz significativamente a emissão do clarão gerado durante o disparo, minimizando o risco de lesões ou danos a materiais próximos.

Além de proporcionar maior controle sobre a arma devido à redução do recuo, Bedran P. (2022) enfatiza que o supressor também contribui para melhorar a precisão do disparo, uma

vez que a massa extra adicionada à boca do cano ajuda a suavizar as vibrações geradas durante o tiro.

Neste sentido, também otimiza a precisão ao regular a liberação dos gases provenientes do cano, reduzindo assim a turbulência que afeta a base do projétil no momento inicial de seu trajeto. SOUZA DG, 2022

Essa etapa do disparo é definida pela balística de transição ou intermediária, e se refere ao curto intervalo entre a balística interna e externa, na qual o projétil já não está mais em contato com as paredes internas do cano, mas ainda está sob a influência dos gases em expansão. MARIZ LGR (2022)

Portanto, ao serem controlados no interior do supressor, os gases exercem menor influência sobre a base do projétil, favorecendo um deslocamento mais estável e preciso.

5. A IMPORTÂNCIA DO EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

Os policiais militares estão particularmente suscetíveis a desenvolver perda auditiva ao longo de suas carreiras, devido à frequente exposição a impactos sonoros, especialmente aqueles causados por disparos de armas de fogo. GUIDA HL et al., 2010.

Com o objetivo de mitigar e prevenir acidentes de trabalho, a Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978, aprovou um conjunto de Normas Regulamentadoras (NR) relacionadas à Segurança e Medicina do Trabalho. Entre essas normas, destaca-se a NR 6, que trata especificamente dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). A norma define os EPIs como dispositivos de uso individual destinados a proteger os trabalhadores contra riscos ocupacionais presentes no ambiente de trabalho. Para a proteção auditiva, a NR 6 inclui os protetores auriculares como equipamentos essenciais.

No que diz respeito à parametrização dos níveis de ruídos, a mesma portaria instituiu a NR 15, que estabelece os limites de tolerância para atividades e operações insalubres. Nos anexos 1 e 2, a norma especifica os limites aceitáveis para ruídos contínuos ou intermitentes e para ruídos de impacto, respectivamente. Por definição, considera-se ruído contínuo qualquer ruído que não se enquadre na categoria de ruído de impacto.

O ruído de impacto, por sua vez, é caracterizado por picos de energia acústica que duram menos de um segundo e ocorrem em intervalos superiores a um segundo. A avaliação desses níveis deve ser feita em decibéis (dB) utilizando um medidor de pressão sonora operando no

circuito linear e de resposta para impacto, com medições realizadas próximas ao ouvido do trabalhador.

O limite de tolerância estabelecido para ruído de impacto é de 130 dB (linear), considerando que o ruído entre os picos deve ser avaliado como contínuo. Caso não haja medidor específico para resposta a impacto, é permitida a medição com circuito de resposta rápida (FAST) e compensação "C", com limite de tolerância de 120 dB(C).

Assim, percebe-se claramente que o ruído produzido por disparo é produzido nesse pico de energia acústica, de rápida duração, podendo ser conceituado como ruído de impacto.

5.1 Ruído Emitido pelo Disparo de Arma de Fogo

Ao se pesquisar sobre os ruídos gerados por disparos, foram identificados estudos que analisaram os níveis de ruído a que os atiradores estão expostos durante o uso de armas de fogo portátil. De acordo com Heupa AB (2010), o ruído de impacto emitido por um fuzil Colt M4, calibre 5,56 x 45 mm, foi de 126,2 dB(C), enquanto o fuzil de calibre 7,62 produziu um nível de ruído de 126,4 dB(C).

Outro estudo realizado por Neves EB e Soalheiro M (2007), constatou que o Fuzil Automático Leve (FAL) utilizado pelo Exército Brasileiro apresentou um Nível de pico de pressão sonora médio de 146,1 dB (C) nos testes realizados em estade, e 147,2 dB (C) em campo aberto.

2708

Desta forma, analisados sob a limitação estipulada pela NR 15, percebe-se que os níveis médios aferidos em diferentes estudos, são superiores ao limite máximo estipulado pela NR 15 de 120 dB (C) para ruído de impacto.

Isso traz grande preocupação, pois a exposição do ouvido, ao ruído de impacto com intensidade sonora da ordem de 120 dB ou superior, gera um trauma acústico permanente e irreversível. NEVES EB E SOALHEIRO M, 2007

5.2 Consequências da exposição aos ruídos

A exposição ao ruído proveniente de confronto armado é altamente prejudicial aos policiais militares, pois devido a sua imprevisibilidade os disparos são efetuados sem proteção auricular. HEUPA AB 2010 apud SAUNDERS E GRIEST 2009

A exposição a ruídos intensos nos operadores pode resultar em diversos sintomas, sendo os mais frequentes: zumbido, tontura, perda temporária da audição, sensibilidade a sons

elevados e a sensação de ouvido bloqueado. A preocupação se intensifica ao considerar que a perda auditiva induzida por ruído (PAIR) pode resultar em danos irreversíveis à saúde auditiva. SOUZA LMR, et al 2022

O zumbido é frequentemente identificado como um dos sintomas relacionados à perda auditiva induzida por ruído (PAIR). Um estudo realizado por Sumera M. et al. (2015) com 72 policiais militares, sendo 36 com queixas de zumbido e 36 sem, revelou que 52,8% dos indivíduos relataram o sintoma e 33,4% daqueles sem queixas apresentaram audiogramas sugestivos de PAIR.

Com base nesses dados, observa-se que mais de 40% dos policiais avaliados apresentaram diagnóstico clínico sugestivo de perda auditiva, evidenciando que essa população é particularmente vulnerável a danos auditivos. Esse cenário ressalta a necessidade de implementar medidas preventivas e de mitigação para minimizar os impactos à saúde auditiva desses profissionais.

Além de ser danoso para a saúde do militar, a perda auditiva pode comprometer o desempenho e a segurança da equipe em missões de alta periculosidade, onde a acuidade auditiva do operador é fundamental.

6. BENEFÍCIOS OPERACIONAIS E ESTRATÉGICOS

2709

A utilização de supressores em armas de unidades especiais, se justifica pela proteção auditiva e melhora a comunicação entre os operadores durante as missões. Pylypenko, O. V et al (2020). Foi verificado que além da redução sonora, os supressores também diminuem o recuo das armas, otimizando o controle e a precisão dos disparos. Por atuarem na balística de transição, eles reduzem os efeitos dos gases sobre a base do projétil, aumentando a estabilidade e precisão do disparo.

A retenção de gases no interior do supressor também favorece a retenção de partículas, diminuindo significativamente a quantidade de fuligem e resíduos sólidos liberados durante os disparos. Testes realizados a curta distância, conforme apontado por Brožek-Mucha Z (2017), confirmam essa observação, destacando a eficiência do supressor na mitigação desses efeitos.

Outro benefício relevante é a redução do clarão produzido na boca do cano, o que proporciona uma vantagem tática significativa. Essa característica diminui a possibilidade de identificação visual dos operadores pelos adversários e otimiza o desempenho em operações

noturnas, especialmente quando utilizados em conjunto com equipamentos de visão noturna, amenizando as chances de ofuscar a visão do operador.

Além disso, em operações realizadas em ambientes confinados, onde os militares frequentemente precisam disparar próximos uns dos outros, os supressores oferecem uma camada adicional de proteção. Ao reduzir as chamas geradas pelos disparos, eles minimizam o risco de queimaduras e outros efeitos colaterais indesejados, promovendo maior segurança e eficácia nas ações táticas.

Adicionalmente, os supressores auxiliam na identificação de fogo amigo em ambientes hostis, como áreas de mata. Nessas situações, onde a visibilidade entre os operadores pode ser limitada, a utilização de supressores permite uma melhor identificação da origem dos disparos, distinguindo entre policiais e criminosos. Isso é particularmente importante em ocorrências envolvendo crimes violentos contra o patrimônio, como assaltos a bancos, onde os criminosos utilizam áreas de mata como rota de fuga após confrontos.

7. LIMITAÇÕES E DESAFIOS OPERACIONAIS

Embora os supressores tragam benefícios evidentes, sua utilização também apresenta desafios. Por ser um acessório acoplado à arma, ele aumenta seu peso, especialmente na extremidade do cano, o que pode gerar desconforto para o operador. Contudo, essa questão pode ser mitigada com o uso adequado de bandoleiras e técnicas de condução de armas de fogo.

Além disso, os supressores, por serem classificados no Brasil como Produtos Controlados pelo Exército, exigem autorização específica para aquisição. Entretanto, para unidades de operações especiais, a justificativa para sua utilização é plenamente válida, considerando a necessidade de se operar em diversos cenários, e ainda os benefícios táticos e a proteção que proporcionam.

Outro aspecto relevante é o acúmulo de resíduos na arma causado pela retenção de gases no interior do supressor. Esse efeito é atenuado em supressores com tecnologia de escoamento contínuo, que direcionam os gases para a parte frontal do acessório, reduzindo sua permanência no mecanismo da arma. Ainda assim, essa questão pode ser facilmente mitigada com a realização de manutenção periódica e adequada do armamento e do acessório.

Apesar dos desafios associados ao uso de supressores, os benefícios técnicos e táticos proporcionados por esses dispositivos, superam as limitações, principalmente quando analisado sob a ótica de preservar a saúde auditiva do operador.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa realizada foram encontrados alguns artigos que analisaram os danos a audição ocasionados por ruído emitido por disparos de arma de fogo, contudo, não foram localizados estudos voltados especificamente a utilização de supressores, mostrando que esta é uma área ainda pouco explorada a nível nacional.

Diferentemente desses estudos, que estavam voltados à análise dos disparos em ambientes controlados, este artigo teve como objetivo avaliar qual a redução do nível de ruído proporcionada pelo uso de supressores, visando verificar sua efetividade principalmente em situações de ocorrência, onde o abafador auricular não está presente na maioria das vezes.

Os disparos foram realizados conforme descrito na metodologia, sendo obtidos os dados, conforme consta nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Nível de Pressão Sonora (NPS) dos ruídos emitidos pelos disparos em ambiente aberto - estande de tiro do Batalhão de Operações Especiais, Piraquara-PR.

ARMAMENTO	CALIBRE	NPS dB(C)	
		Sem supressor	Com supressor
Carabina Colt	.223 Rem	118,3	115,2
Fuzil ArmaLite M15	5,56x45mm	122,2	113,4
Fuzil ArmaLite AR-10	7,62 x 51 mm	120,2	115,6
Fuzil ArmaLite AR-10	.308 Wim	119,9	116,4

Fonte: Autor 2025

Tabela 2 - Nível de Pressão Sonora (NPS) em dB(C) dos ruídos emitidos pelos disparos em ambiente confinado, sala do Batalhão de Operações Especiais, Piraquara-PR.

ARMAMENTO	CALIBRE	NPS dB(C)	
		Sem supressor	Com supressor
Carabina Colt	.223 Rem	128,7	124,8
Fuzil ArmaLite M15	5,56x45mm	128,7	124,9
Fuzil ArmaLite AR-10	7,62 x 51 mm	128,5	126
Fuzil ArmaLite AR-10	.308 Wim	128,4	125,8

Fonte: Autor 2025

De fato, os disparos de arma de fogo ocasionaram ruídos intensos, com alto potencial para causar danos à saúde auditiva dos operadores. Os resultados obtidos ficaram próximos dos constatados em outros estudos, sendo a faixa de variação encontrada na literatura de 119 dB(C) a 147 dB(C). SOUZA, L. M. R et al 2022

A exceção dos disparos efetuados, sem supressor, em ambiente aberto, pela Carabina Colt - 118,2 dB(C) e pelo Fuzil Armalite AR-10 com munição .308 Wim - 119,9 dB(C), todos os demais disparos apresentaram níveis de ruído superiores a 120 dB (C). Após acoplados os supressores, em ambiente aberto, reduziram todos ruídos para níveis inferiores a 120 dB (C), sendo a maior efetividade no calibre 5,56x45mm, proporcionando uma redução de 8,8 dB (C), conforme apresentado na Tabela 3.

tabela 3 - Redução em db (c) ocasionada pela utilização de supressor - ambiente aberto

ARMAMENTO	CALIBRE	REDUÇÃO
Carabina Colt	.223 Rem	3,1
Fuzil ArmaLite M15	5,56x45mm	8,8
Fuzil ArmaLite AR-10	7,62 x 51 mm	4,6
Fuzil ArmaLite AR-10	.308 Wim	3,5

Fonte: Autor 2025

Verificou-se ainda que os disparos realizados em ambiente aberto possuíam níveis de ruídos menores quando comparados aos disparos efetuados no ambiente confinado. A intenção de verificar o comportamento dos disparos em ambientes confinados, se justifica pela demanda da Cia COE principalmente voltada para as operações de cumprimento de mandado busca e apreensão e atendimento a ocorrências de crise, ocasiões em que pode haver a necessidade dos operadores terem que efetuar disparos nesses cenários.

Após a realização dos testes, evidenciou-se que todos os disparos efetuados em ambiente fechado apresentaram índices acima dos 120 dB(C), possivelmente ocasionados pela reverberação sonora. Com os supressores acoplados, os ruídos aferidos continuaram apresentando índices superiores a 120 dB(C), contudo, menores do que os efetuados sem o acessório, apresentando uma melhor redução para os calibres .223 Rem - 3,9 dB(C) e 5,56x45mm - 3,8 dB(C), conforme apresentado na tabela 4.

Tabela 4 - Redução em db (c) ocasionada pela utilização de supressor - ambiente confinado

ARMAMENTO	CALIBRE	REDUÇÃO
Carabina Colt	.223 Rem	3,9
Fuzil ArmaLite M15	5,56x45mm	3,8
Fuzil ArmaLite AR-10	7,62 x 51 mm	2,5
Fuzil ArmaLite AR-10	.308 Wim	2,6

Fonte: Autor 2025

Importante salientar que para a realização dos testes foram utilizados somente supressores que operam pelo sistema de câmaras sequenciais, haja vista serem os únicos disponíveis para o estudo.

Fazendo uma breve análise do quantitativo de disparos realizados em algumas ocorrências atendidas pela Cia COE nos últimos meses, no município de Assaí, por exemplo, durante a busca em área de mata ocorreu confronto com assaltantes, e na ocasião foram efetuados 63 disparos. No município de Ponta Grossa, durante o cumprimento de mandado de busca e apreensão de alto risco envolvendo uma quadrilha que atuava em roubo a bancos, onde também ocorreu confronto, foram efetuados 318 disparos, conforme os boletins de ocorrência registrados.

As armas empregadas nas ocorrências acima descritas foram, em sua maioria, no calibre 5,56x45mm, contudo não estavam com supressor acoplado. Conforme os testes realizados no presente artigo, o calibre 5,56x45mm foi o que apresentou maiores índices de redução de ruído com a utilização de supressor. Desta forma, em ocorrências como as apontadas anteriormente, a utilização deste acessório pode sim ser uma ferramenta para mitigar danos à saúde auditiva dos operadores.

10 . CONCLUSÃO

O estudo aponta que os supressores já são reconhecidos como Equipamentos de Proteção Individual por alguns autores devido à sua significativa contribuição na redução dos níveis de ruído. Embora os resultados dos testes não tenham alcançado a redução de 30 dB mencionada na literatura, foi constatada uma diminuição relevante no nível de ruído.

Em ambiente aberto os supressores reduziram os níveis de ruído para menos de 120 dB(C). Em ambientes confinados, embora não tenham atingido níveis inferiores a 120 dB(C), houve uma redução considerável em comparação aos disparos sem o dispositivo. Diante disso, conclui-se que a utilização de supressores não supre a necessidade de protetores auriculares, mas pode prevenir danos, especialmente em situações de emergência. SOUZA DG, 2022

Apesar de não terem sido testados supressores com sistemas de funcionamento distintos, a literatura aponta que alterações em suas características podem otimizar ainda mais a redução de ruídos emitidos por disparos de armas de fogo.

Essa redução no nível dos impactos, além de mitigar os danos à saúde do policial, também proporciona a manutenção da acuidade auditiva, garantindo a segurança durante operações de alta periculosidade, nas quais todos os sentidos podem ser empregados.

Além da proteção auditiva, foram identificadas outras vantagens técnicas do uso de supressores, como a redução do recuo, proporcionando maior controle e precisão da arma, e a diminuição do flash na boca do cano, o que aumenta a segurança nas situações em que os operadores precisam disparar próximos uns dos outros.

No âmbito tático, os supressores permitem aos operadores identificar com maior clareza a origem dos disparos em situações que não possuam contato visual entre equipes, diferenciando disparos efetuados por criminosos e policiais. Também oferecem maior segurança em operações de baixa luminosidade, dificultando a exposição do operador e sendo compatíveis com equipamentos de visão noturna, prevenindo o ofuscamento causado pelo clarão dos disparos.

Embora os supressores sejam classificados como produtos controlados pelo Exército, sua utilização em operações especiais é justificável. Entre os pontos desfavoráveis, destacam-se o aumento do peso da arma e a maior sujidade no mecanismo do armamento devido ao retorno dos gases ao acessar o supressor. No entanto, esses inconvenientes podem ser mitigados com o uso de bandoleiras e a realização de manutenção regular no armamento.

Adicionalmente, a literatura destaca os supressores que operam por fluxo contínuo (*Flow Through*), que são capazes de expelir parte dos gases pela parte frontal do dispositivo, reduzindo o acúmulo de resíduos no interior da arma, oferecendo uma alternativa eficaz para lidar com essa limitação.

Desta forma, a definição criteriosa das especificações técnicas é essencial, pois permite a aquisição de equipamentos capazes de reduzir os estampidos gerados pelos disparos

e minimizar o acúmulo de resíduos que retornam ao armamento, garantindo maior eficiência e durabilidade.

Conclui-se que este tema apresenta uma série de variáveis que merecem aprofundamento. No entanto, o estudo indica que os supressores em armas de fogo portáteis podem funcionar como Equipamentos de Proteção Individual, especialmente em situações de confronto onde o uso de EPIs auriculares é inviável, contribuindo para a redução do impacto sonoro que afeta a audição dos operadores.

REFERÊNCIAS

AVILA, TJ. Super balística. Carazinho: Edição do Autor, 2022. 618 p.

BEDRAN, Paulo. Supressores Desmistificando. Disponível em: https://infoarmas.com.br/supressores-desmistificando/#_ftn6. Acesso em: 08 jan. 2025.

BRASIL. Comando Logístico. Portaria nº 118, de 4 de outubro de 2019. Aprova as normas relativas às atividades com produtos controlados pelo Exército. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 out. 2019.

BRASIL. Decreto nº 10.030, de 30 de setembro de 2019. Aprova o Regulamento de Produtos Controlados (R-105). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1º out. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 15: Atividades e operações insalubres. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 jul. 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 6: Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 jul. 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR, relativas à segurança e medicina do trabalho. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 jul. 1978.

BROŽEK-MUCHA, Zuzanna. A study of gunshot residue distribution for close-range shots with a silenced gun using optical and scanning electron microscopy, X-ray microanalysis and infrared spectroscopy. *Science & Justice*, v. 57, n. 2, p. 87-94, 2017.

ÇELEBI, Erol; KILINÇ, Ergun. Silencer Design & Analysis. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352367800_Silencer_Design_Analysis. Acesso em: 18 jan. 25.

GUIDA, Heraldo Lorena; DINIZ, Thiago Hernandes; CHAGAS, Patrícia da Silva Carlos; KINOSHITA, Sérgio Koodi. Perfil audiológico em policiais militares do Estado de São Paulo. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*, v. 14, n. 4, p. 426-432, 2010.

HEUPA, AB. Análise do ruído de impacto na audição de integrantes do Batalhão de Operações Especiais da Polícia Militar do Paraná: uma proposta de prevenção. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação) - Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba, 2010. 100p

KILIKEVIČIUS, A.; GIEDRAITIS, V.; KILIKEVIČIENĖ, K.; MATIJOŠIUS, J.; SELECH, J.; BUCKIŪNAS, G.; RUCKI, M. Performance analysis of different gun silencers. *Applied Sciences*, v. 13, n. 7, p. 4426, 2023.

MARIZ, LGR. *Balística*. Brasília: Ed. do autor, 2022. 496 p.

NEVES, E. B.; SOALHEIRO, M. A proteção auditiva utilizada pelos militares do Exército Brasileiro: há efetividade? *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 15, n. 3, p. 889–898, maio 2010.

PYLYPENKO, O. V.; KONOVALOV, N. A.; KOVALENKO, V. I.; SEMENCHUK, D. V.; PYLYPENKO, O. V. Small-size silencers for stub-barreled arms. *Technical Mechanics*, v. 4, p. 3-12, 2020.

SANTOS, R. B. dos. (2024). PATRULHA RURAL NO CONTEXTO DO COMBATE AOS CRIMES VIOLENTOS CONTRA O PATRIMÔNIO. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, 10(10), 776–798.

SELECH, J. et al. Force and Sound Pressure Sensors Used for Modeling the Impact of the Firearm with a Suppressor. *Appl. Sci.* 2020, 10, 961.

SOUZA, Duliano Gomes. *Tiro de Precisão Fundamentos e Balística Interna*. 1 ed - Brasília DF: Ed. do Autor, 2022. 309 p

2716

SOUZA, L. M. R. de; PEREIRA, P. S.; ADÃO, A. da S. Exposição ocupacional ao ruído de armas de fogo em policiais militares e do exército brasileiro: uma revisão integrativa / Occupational exposure to firearm noise in Brazilian military and police: an integrative review. *Brazilian Journal of Development*, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 10645–10660, 2022.

STEWART, Michael. What to Know About Firearm Suppressors and Hearing Loss: Does a firearm suppressor always do enough to protect hearing? No. Should firearm users also wear hearing protection? Yes. *The ASHA Leader*, v. 23, n. 3, p. 18-20, 2018.

SUMERA, Moniane Aparecida et al. Avaliação audiológica em policiais com e sem queixa de zumbido. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, n. 4, 2015.

TINOCO, H. C.; LIMA, G. B. A.; SANT'ANNA, A. P.; GOMES, C. F. S.; SANTOS, J. A. N. Percepção de risco no uso do equipamento de proteção individual contra a perda auditiva induzida por ruído. *Gestão & Produção*, v. 26, n. 1, e1611, 2019.