

ANÁLISE DE ENSAIO DE MUNIÇÕES 5,56x45MM SAT E 7,62x51MM AP EM USO NO BATALHÃO DE POLÍCIA DE RONDAS OSTENSIVAS DE NATUREZA ESPECIAL**ANALYSIS OF TESTING OF 5.56x45MM SAT AND 7.62x51MM AP AMMUNITION IN USE BY THE BATTALION OF SPECIAL NATURE OSTENSIVE POLICE PATROLS****ANÁLISIS DE ENSAYO DE MUNICIONES 5,56x45MM SAT Y 7,62x51MM AP EN USO EN EL BATALLÓN DE POLICÍA DE PATRULLAS OSTENSIVAS DE NATURALEZA ESPECIAL**Rafael Gustavo Merege de Mello¹, William de Moura Ubida²

e717190

<https://doi.org/10.47820/recima21.v7i1.7190>

PUBLICADO: 01/2026

RESUMO

O presente artigo teve por escopo a análise das munições dispostas pelo Batalhão de Polícia de Rondas Ostensivas de Natureza Especial, na esfera de competência da Polícia Militar do Estado do Paraná, durante o patrulhamento tático motorizado de alto risco e o combate ao crime organizado. Foram realizado ensaio com disparos a partir dos armamentos CZ Bren 2 com a munição CBC 5,56x45mm SAT e IWI ARAD 7 com munição CBC 7,62x51mm AP, em anteparos materiais disponíveis em ambientes urbanos (blocos de concreto e chapa de aço), bem como em blindagens leves nível III-A (coletes balísticos e vidros blindados), às distâncias de 100m, 200m e 300m, compatíveis com a aplicação de policiais militares empregados na função de Atirador Designado desta Unidade especializada. Como resultado, obteve-se pleno aproveitamento dos dois calibres propostos em todas as variações, comprovando-se a aplicabilidade de ambos os recursos frente a ações violentas de criminosos em posse de equipamentos e barricadas condizentes com os materiais testados.

PALAVRAS-CHAVE: Tiro policial. Balística terminal. Calibre 5,56x45mm. Calibre 7,62x51mm. Atirador designado policial.

ABSTRACT

The present article aimed to analyze the ammunition employed by the Battalion of Special Nature Ostensive Patrols Police, within the scope of competence of the Military Police of the State of Paraná, during high-risk motorized tactical patrols and the fight against organized crime. Firing tests were conducted using CZ Bren 2 weapons with CBC 5,56x45mm SAT ammunition and IWI ARAD 7 rifles with CBC 7,62x51mm AP ammunition, against material barriers commonly found in urban environments (concrete blocks and steel plates), as well as level III-A light armor (ballistic vests and armored glass), at distances of 100m, 200m, and 300m, compatible with the operational employment of military police officers assigned to the role of Designated Marksman in this specialized unit. As a result, full effectiveness of both proposed calibers was achieved across all tested variations, demonstrating the applicability of both resources when facing violent criminal actions involving equipment and barricades consistent with the materials tested.

KEYWORDS: Police shooting. Terminal ballistics. 5.56x45mm caliber. 7.62x51mm caliber. Police designated marksman.

RESUMEN

El presente artículo tuvo como objetivo el análisis de las municiones empleadas por el Batallón de Policía de Patrullas Ostensivas de Naturaleza Especial, dentro del ámbito de competencia de la

¹ Cap. QOEM PM. Oficial da Polícia Militar do Paraná, Instrutor de Tiro.

² 1º Ten. QOEM PM. Oficial da Polícia Militar do Paraná, Especialista em Segurança Pública.



REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ENSAIO DE MUNIÇÕES 5,56x45MM SAT E 7,62x51MM AP EM USO NO BATALHÃO DE POLÍCIA DE RONDAS OSTENSIVAS DE NATUREZA ESPECIAL
Rafael Gustavo Merege de Mello, William de Moura Ubida

Policía Militar del Estado de Paraná, durante el patrullaje táctico motorizado de alto riesgo y el combate al crimen organizado. Se realizaron ensayos de disparo utilizando armamento CZ Bren 2 con munición CBC 5,56x45mm SAT y fusiles IWI ARAD 7 con munición CBC 7,62x51mm AP, contra obstáculos materiales disponibles en entornos urbanos (bloques de concreto y placas de acero), así como contra blindajes ligeros nivel III-A (chalecos balísticos y vidrios blindados), a distancias de 100m, 200m y 300m, compatibles con la aplicación operativa de los policías militares desempeñando la función de Tirador Designado en esta unidad especializada. Como resultado, se obtuvo un aprovechamiento pleno de ambos calibres propuestos en todas las variaciones evaluadas, comprobándose la aplicabilidad de ambos recursos frente a acciones violentas de criminales en posesión de equipos y barricadas acordes con los materiales ensayados.

PALABRAS CLAVE: Tiro policial. Balística terminal. Calibre 5,56x45 mm. Calibre 7,62x51 mm. Tirador designado policial.

INTRODUÇÃO

No âmbito da Polícia Militar do Estado do Paraná, há evolução constante de materiais e capacitação de efetivo a fim de se adiantar tática e tecnicamente frente ao crime organizado e suas demais manifestações de afronta à Segurança Pública, em especial ao risco a civis inocentes e guarnições policiais que atuam diuturnamente na prevenção e repressão a delitos dos mais variados nichos.

Nesse contexto, o Batalhão de Polícia de Rondas Ostensivas de Natureza Especial (BPRONE) é polo estratégico e fundamental no combate ao crime organizado, utilizando-se de aparato bélico e capacitação profissional especializada para a pronta resposta diante de ameaças armadas de equipamentos comumente encontrados em cenários de guerra, como veículos blindados, fuzis entre outros.

Ainda na esfera de equipagem do BPRONE, há disponibilização ao uso de efetivo de diversos armamentos, entre pistolas, espingardas, carabinas e fuzis, empregados doutrinariamente em todas as viaturas policiais, seguindo as Normas Gerais de Ação (NGA) da Unidade (PMPR, 2023), com munições específicas para cada missão a ser desempenhada – quais podem ser desde munições de impacto controlado em espingardas para ações de choque ligeiro em caso de distúrbios civis, até munições de caráter perfurante de blindagem leve dispostas em carabinas e fuzis, visando ocorrências de embate a criminosos com proteção balística veicular ou de corpo.

É diante de tal cenário que o presente estudo surge como um ambiente de aprendizado e coleta de dados práticos de avaliação de dois tipos de munição voltadas ao rompimento de blindagem leve disponíveis ao BPRONE, a fim de se analisar o comportamento em anteparos exclusivamente materiais às distâncias de 100, 200 e 300 metros, utilizando-se dos conjuntos Fuzil CZ Bren 2 com munições 5,56x45mm SAT - *Steel Arrow Tip* e Fuzil IWI ARAD 7 com munições 7,62x51mm - Perfurantes (NATO AP).



Cabe ressaltar que o estudo não tem a pretensão de comparação ou exposição de qual é a melhor ferramenta, mas o objetivo de verificação do comportamento de tais materiais nos ensaios propostos, de modo a servir de orientação à tropa do Batalhão de Polícia de RONE e demais unidades que utilizem de tais aparatos no dia a dia.

O Batalhão de Polícia de Rondas Ostensivas de Natureza Especial (BPRONE) foi criado oficialmente pelo Decreto Estadual nº 11.863, de 1º de agosto de 2022, como Unidade subordinada ao Comando de Missões Especiais (CME) da Polícia Militar do Estado do Paraná, a partir de uma história que remonta ao ano de 1992, quando na condição de Pelotão componente da então Companhia de Polícia de Choque.

Hoje a Unidade Especializada alcança o *status* de doutrinadora do Patrulhamento Tático Motorizado no âmbito do estado do Paraná, agregando-se à sua atividade-fim de patrulhamento de alto risco e enfrentamento direto ao crime organizado, nas suas mais variadas ramificações, incluindo em ações de combate a crimes violentos contra o patrimônio, tal qual é narrado nas Normas Gerais de Ação (2023) e com escopo ao previsto na Diretriz nº 003/2024 – PM/3 que estabelece normas para o Patrulhamento Tático Motorizado no âmbito da Polícia Militar do Paraná.

Dado ao constante enfrentamento a crimes de grande magnitude, frente a criminosos com acesso aos mais variados aparatos bélicos acessados por vias ilegais, em especial pelo comércio paralelo de armas de fogo de porte como revólveres e pistolas, ou mesmo armas portáteis, como fuzis, carabinas, espingardas e submetralhadoras, cabe ao Batalhão de Polícia de RONE o emprego de equipamentos (em especial armas de fogo) compatíveis a tal contexto que permitam a preservação da integridade tanto dos militares quanto em prol da segurança de terceiros, fundamentando-se na legítima defesa e do uso de força seletivo/proporcional às ameaças combatidas.

Problema e justificativa da pesquisa

Apesar da ampla utilização dos calibres 5,56x45mm e 7,62x51mm por unidades policiais especializadas, observa-se escassez de estudos empíricos que avaliem, em contexto operacional real, o comportamento balístico terminal dessas munições frente a anteparos urbanos e blindagens leves comumente empregados por organizações criminosas. Tal lacuna dificulta a tomada de decisão técnica quanto à seleção e ao emprego proporcional dos meios letais disponíveis e, para tanto, visualiza-se oportuna tal pesquisa a fim de explanação dos equipamentos aplicados em campo pelo BPRONE, os quais são disponíveis a outras unidades da Polícia Militar do Estado do Paraná.



REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ENSAIO DE MUNIÇÕES 5,56x45MM SAT E 7,62x51MM AP EM USO NO BATALHÃO DE POLÍCIA DE RONDAS OSTENSIVAS DE NATUREZA ESPECIAL
Rafael Gustavo Merege de Mello, William de Moura Ubida

Objetivo geral

Analisar o comportamento balístico terminal das munições 5,56x45mm SAT e 7,62x51mm AP, empregadas pelo BPRONE, frente a anteparos materiais e blindagens leves em distâncias de 100, 200 e 300 metros.

Objetivos Específicos

- Revisar doutrina de balística, em ênfase ao estudo da sua fase terminal;
- Contextualizar a metodologia e equipamentos empregados nos testes;
- Verificar a capacidade de transfixação das munições frente aos diferentes anteparos propostos;
- Comparar os efeitos observados em distâncias progressivas;
- Subsidiar tecnicamente a doutrina de emprego do Atirador Designado Policial no âmbito do Batalhão de Polícia de RONE e demais unidades dotadas de operadores assim capacitados e equipamentos nas mesmas configurações;
- Propor, ao final do trabalho, novos ensaios para validação e análise das munições sob outras circunstâncias.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A balística, enquanto campo científico, compreende o estudo sistemático do comportamento de projéteis desde o instante da ignição do propelente até a interação final com o alvo, sendo tradicionalmente subdividida em balística interna, intermediária, externa e terminal. Segundo Carlucci e Jacobson (2025), essa divisão não representa compartimentos estanques, mas regimes interdependentes de um mesmo fenômeno físico complexo, marcado por elevado grau de incerteza e variabilidade operacional.

Os autores ressaltam que o comportamento balístico é totalmente mutável a partir de pequenas variações em parâmetros como armamento empregado, fabricação do projétil, características do propelente e condições ambientais podem produzir diferenças significativas nos resultados. Dessa forma, os autores alertam que raramente é possível afirmar comportamentos absolutos em balística, reforçando a necessidade de ensaios empíricos e validações experimentais para a correta compreensão do desempenho de sistemas de armas e munições em contextos reais de emprego.

O estudo em questão se divide em balística interna, intermediária, externa terminal, referindo-se ao primeiro momento como os eventos ocorridos no interior da arma, englobando a ignição do propelente, o aumento da pressão na câmara, o início do movimento do projétil, sua gravação no raiamento e a dinâmica do conjunto arma-projétil durante o ciclo de disparo.

À balística intermediária, por sua vez, se atribuem especificamente o comportamento do projétil nos instantes imediatamente posteriores à saída da boca do cano, como efeitos de perturbações iniciais que podem influenciar significativamente a estabilidade inicial do projétil e, por consequência, sua precisão em médias e longas distâncias.

Em um terceiro momento, trazem a balística externa como estudo da trajetória do projétil em voo, considerando forças aerodinâmicas, resistência do ar entre outros efeitos físicos a que os projéteis são submetidos.

Por fim, mencionam a balística terminal, tratando como a análise da interação do projétil com o alvo, abrangendo fenômenos atinentes ao objetivo final de todo o processo balístico, ou seja, o efetivo choque com o destino material e suas consequências, tema este proposto pelo presente trabalho.

De acordo com Rosenberg e Dekel (2020), historicamente, o desenvolvimento da balística terminal iniciou-se com estudos clássicos sobre penetração de projéteis de canhão conduzidos por Leonard Euler e Benjamin Robins no século XVIII, evoluindo ao longo dos séculos seguintes por meio de relações empíricas entre velocidade de impacto, profundidade de penetração e propriedades dos materiais. A partir do século XX, especialmente durante a Segunda Guerra Mundial, o campo passou a incorporar modelos analíticos fundamentados em princípios físicos, capazes de descrever o processo de penetração por meio da identificação das forças atuantes no projétil durante o impacto.

Segundo Silvino Junior (2021), a balística terminal estuda o comportamento do projétil a partir do momento do impacto até o término de sua interação com o alvo, analisando os efeitos físicos e mecânicos resultantes dessa colisão, o que inclui a profundidade obtida, dissipação de energia, deformação, fragmentação, entre outros efeitos decorrentes do ângulo e natureza do material atingido.

O autor destaca que a balística terminal não se limita à avaliação do poder de perfuração, mas compreende a dinâmica completa da interação projétil-alvo, sendo fundamental para a compreensão dos danos estruturais em meios orgânicos e inorgânicos, bem como para a correta interpretação de vestígios balísticos em contextos periciais e operacionais.

Figura 1. Armamentos apreendidos pelo BPRONE após confronto no Bairro Parolin, em Curitiba



Fonte: o autor, 2023.

1.1. Estudo de Santos (2025)

No ano de 2025, o Capitão de Polícia Militar do Estado de São Paulo, Hillen Diniz Santos (2025), elaborou estudo analítico de armamentos e respectivos conjuntos acessórios para averiguar qual sistema se comportaria de maneira mais favorável ao emprego de atiradores designados naquele contexto, denominado “Análise científica para determinação do calibre balístico e do sistema óptico ideal visando à otimização do desempenho operacional e à eficácia tática de atiradores designados”:

A análise das munições adotadas pela PMESP evidenciou diferenças substanciais entre os calibres 5,56 x 45mm e 7,62 x 51mm, especialmente no que tange à energia terminal, momento linear, estabilidade de trajetória e eficiência balística em distâncias superiores a 200 metros. Os testes balísticos demonstraram que o calibre 7,62 x 51mm apresenta desempenho superior, com maior eficiência terminal, menor desvio por ação do vento e maior capacidade de incapacitação balística (SANTOS, 2025).

O estudo do Oficial de Polícia trouxe o tabelamento de uma gama de cartuchos em seus aspectos de velocidade, energia e decaimento, inclusive disponíveis ao Batalhão de Polícia de RONE, como OTM, M193 e SAT, para o calibre 5,56x45mm, e AP para o calibre 7,62x51mm, interessando-nos os dados obtidos a partir do registro das duas variedades percorridas neste presente artigo (SAT e AP).

Primeiramente sobre velocidade, trabalhando-se em grandezas de pés por segundo (p/s), computou-se para a munição 5,56x45mm SAT (62gr) nas distâncias de boca de cano – 2913p/s; a 100m a velocidade de 2535p/s e a 300m a marca de 1866p/s, comprovando-se maior velocidade em relação ao projétil 7,62x51mm, mais pesado (148gr) – 2749p/s, 2516p/s e 2099p/s respectivamente em relação às distâncias supracitadas:

Conforme demonstrado, apesar das velocidades iniciais das munições dos dois calibres serem relativamente próximas, as munições calibre 5,56 x 45mm sofrem maior desaceleração ao longo da trajetória [...] (Santos, 2025).

Ao analisar a energia de chegada nas distâncias propostas, entretanto, houve notável superioridade dos dados apresentados pelos cálculos da munição 7,62x51mm AP, tendo em vista a massa superior e velocidade semelhante às amostras do outro calibre proposto:

Constata-se que os projéteis do calibre 7,62 x 51mm possuem maior massa, resultando em energia significativamente superior. Isso se traduz em maior momento linear e maior capacidade de penetração na balística terminal, favorecendo uma trajetória mais eficiente e aumentando a transferência de energia ao alvo (SANTOS, 2025).

Tabela 1. Tabela balística com a energia dos projéteis citados

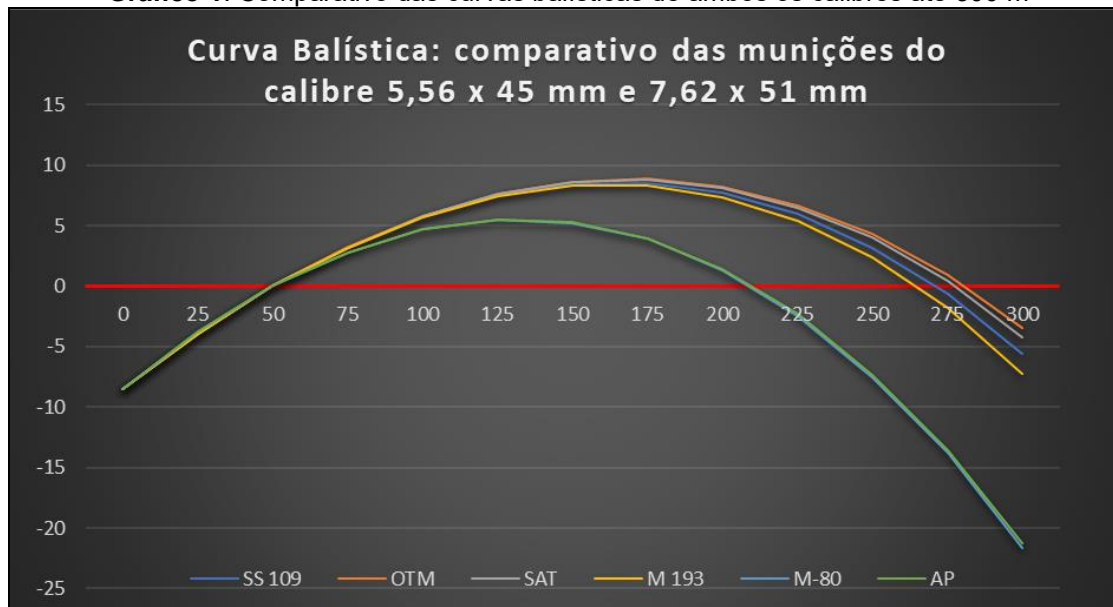
Distância (metros)	OTM	M193	SS 109	SAT	M80	AP
25	1462	1380	1457	1481	2662	3212
50	1391	1291	1356	1382	2548	3078
75	1322	1207	1261	1289	2437	2949
100	1257	1127	1171	1200	2330	2824
125	1193	1052	1086	1116	2226	2703
150	1133	980	1006	1037	2127	2586
175	1075	913	930	963	2030	2474
200	1019	849	859	892	1938	2365
225	966	788	793	826	1848	2260
250	914	731	730	763	1762	2158
275	865	677	672	705	1679	2060
300	818	627	618	650	1599	1966
325	773	580	567	599	1522	1875
350	729	535	520	551	1449	1787
375	688	494	477	507	1378	1703
400	648	455	437	466	1311	1621

Fonte: SANTOS, 2025.

Fator também analisado pelo desenvolvedor do trabalho em questão é o de queda dos projéteis apresentados, tendo em vista maior massa das variedades no calibre 7,62x51mm em relação ao 5,56x45mm, de modo notório sendo identificada menor curvatura do segundo durante a trajetória de voo.

Ainda que não haja correlação aos fins deste presente artigo sobre penetrabilidade em anteparos materiais, mas a uma análise de efeitos de precisão propriamente dita (o que estende ao debate de compensação técnica e tática de tiro, bem como aparelhos óticos de pontaria, por exemplo), reproduz-se a tabela apresentada por Santos (2025) para efeitos de comparativo:

Gráfico 1. Comparativo das curvas balísticas de ambos os calibres até 300 m



Fonte: Santos, 2025.

Todavia, ainda que a massa seja fator considerável ao decaimento do projétil em seu percurso, traz o autor que o coeficiente balístico (mensuração de eficiência do projétil em razão da resistência do ar) do 7,62x51mm se apresenta com superioridade ao 5,56x45mm, o que também pode se traduzir em outro efeito direto das especificações técnicas dos materiais comparados:

Ao se comparar, por exemplo, o projétil OTM do calibre 5,56 x 45mm, cujo CB é 0,362, com o projétil AP do calibre 7,62 x 51mm, com CB de 0,439, observa-se que este último possui um coeficiente balístico aproximadamente 21% superior. Isso implica que o projétil do 7,62 x 51mm mantém sua velocidade de forma mais eficaz, sendo menos afetado por fatores externos e atingindo o alvo com maior estabilidade e precisão em distâncias elevadas (Santos, 2025).

O Coeficiente Balístico da munição 5,56x45mm SAT, conforme apresenta especificação técnica do fornecedor (CBC, 2025), entretanto, é de 0,340.

Outro dado importante trazido pelo estudo de Santos (2025) é o *necking*, isto é, uma mensuração associada “à profundidade de penetração antes da ocorrência de lesões amplificadas por tombamento ou fragmentação, impactando na gravidade, localização e previsibilidade do ferimento”. Completa o autor:

A análise dos dados evidencia que as munições de 7,62 x 51mm apresentam neck mais longo, proporcionando penetração profunda em tecidos vitais antes do início do tombamento. Essa característica é fundamental para a doutrina do AD, que frequentemente atua em distâncias médias e longas, nas quais a estabilidade e previsibilidade da trajetória são cruciais para a eficácia terminal do disparo (Santos, 2025).

Concluiu Santos (2025), portanto, acerca de vantagens da aplicabilidade da munição 7,62x51mm à atividade de Atirador Designado, dentre outros quesitos como aparelhagem optrônica, bipé e supressor, que há sim superioridade do calibre em determinadas configurações quando comparado às variações de projéteis 5,56x45mm:

A análise balística confirmou a superioridade terminal do calibre 7,62 x 51mm em relação ao 5,56 x 45mm em distâncias superiores a 200 metros, com maior transferência de energia, penetração e controle da trajetória. O conceito de neck balístico, discutido na entrevista com o Perito João Bosco, revelou-se essencial para compreender o comportamento inicial do projétil antes da deflexão e fragmentação, sendo um elemento técnico relevante na escolha da munição e previsão dos efeitos no alvo (Santos, 2025).

No Capítulo de Discussão serão revisadas as observações de Santos (2025) e as respectivas consonâncias com o observado nos ensaios desta Pesquisa.

2. MÉTODOS

O presente Capítulo do artigo tem por intuito descrever a metodologia adotada, materiais selecionados e os resultados obtidos na instrução em consonância com a temática deste trabalho científico, sendo de natureza empírica e delineamento experimental da temática.

O modo de avaliação do efeito dos tipos de munição supracitados conjuntamente aos armamentos disponíveis ao emprego do BPRONE foi a observação e anotação de instrução teórico-prática de iniciativa desta Unidade Especializada, coordenada pelo Instrutor de Tiro Capitão Policial Militar Rafael Merege de Mello ao corpo de atiradores designados do BPRONE.

A didática foi respaldada pela Nota de Serviço nº 003/2026-BPRONE (PMPR, 2026), elaborada pela 3ª Seção – Planejamento e Instrução, objetivando-se a contextualização de material bélico empregado pelo efetivo nas jornadas de serviço operacional para conhecimento e capacitação da tropa.

2.1. Armamentos empregados

Atualmente, dois dos armamentos em amplo uso na Unidade, com distribuição realizada no ano de 2025, assim como em todo âmbito da Corporação, são o Fuzil CZ Bren 2, no calibre 5,56x45mm NATO e o Fuzil IWI ARAD 7, no calibre 7.62x51mm NATO.

2.1.1. Fuzil CZ Bren 2

Segundo manual da Polícia Militar do Estado do Paraná (PMPR, 2025), o fuzil CZ BREN 2 da marca *Česká Zbrojovka*, proveniente da República Tcheca, foi projetado como um armamento portátil multicalibre, destinado ao disparo contra alvos diversos inclusive de blindagem leve. O cano pode ser fabricado nos calibres 5,56x45mm NATO ou em variações como .223 Remington e até mesmo no 7.62x51mm NATO.

Figura 2. Fuzil CZ Bren 2 em uso pelo BPRONE

Fonte: o autor, 2025.

Atualmente o que se tem à disposição do Batalhão de Polícia de RONE é o fuzil no primeiro calibre, empregável tanto em disparos no modo semiautomático como rajada, alimentada com carregadores bifilares que suportam 30 munições desta natureza, além de um cano de 14 polegadas com passo de raizamento 1:7".

2.1.2. Fuzil ARAD 7

O fuzil automático IWI ARAD 7, da fabricante israelense *Israel Weapon Industries*, por sua vez, segundo manual da Polícia Militar (PMPR, 2025), tem sua projeção também destinada ao uso militar e de forças de segurança pública, aplicando-se o cano fabricado no calibre 7,62×51mm NATO qual vem sendo empregado pelo Batalhão de Polícia de RONE.

Tal armamento à disposição da Unidade, de massa aproximada de 4,25kg, conta com um cano de 16 polegadas contendo passo de raizamento 1:12", funcionamento por pistão e carregadores bifilares com a capacidade de 20 cartuchos.

Figura 3. Fuzil IWI ARAD 7 em uso pelo BPRONE

Fonte: o autor, 2025.

A aplicação de tal armamento ganhou destaque na Unidade, em especial, para emprego juntamente ao corpo de Atiradores Designados¹, reconhecendo-se tanto a qualidade do equipamento quanto a versatilidade de emprego nos mais variados terrenos e ambientes, seja em operações de cumprimento de mandado de busca e apreensão ou prisão de foragidos, bem como na segurança de patrulhas de alto risco em ambientes urbanos.

2.2. Munições utilizadas

Atualmente o Batalhão de Polícia de RONE conta com uma diversidade de munições nos calibres 5,56x45mm e 7.62x51mm para usos diferenciados a se considerar a missão destinada da tropa, em geral, pré-estabelecida por critérios de posicionamento geográfico ou operações documentadas pela Seção de Planejamento e Instrução da Unidade, P3 - BPRONE, de modo que, ao início do turno, todos os materiais são dispostos pelas equipes que assumem os postos para cumprimento das escalas.

Neste mesmo contexto, são dispostas as munições para os armamentos cautelados junto à “Furrielação” do Batalhão, para devida equipagem das viaturas e aprovisionamento para as missões do dia.

¹ “Segundo a Diretriz nº 011/2022-PM/3, o Atirador Designado Policial (ADP) é o militar estadual componente de guarnição ou patrulha, capacitado em curso promovido pelo BOPE, que emprega armamento e munição de dotação da PMPR com a utilização de miras abertas ou eletrônicas (*Red Dot* com magnificadores ou *Low Power Variable Optics* - LVPO), sendo capaz de efetuar disparos para atingir objetivos a distâncias maiores que os demais componentes da sua equipe, ampliando, assim, o perímetro de segurança da guarnição PM” (PMPR, 2022).

Atualmente, excetuando-se o caso de munições de instrução, são três os tipos de cartuchos disponibilizados no calibre 5,56x45m:

- CBC “Ball” M193;
- CBC OTM - *Open Tip Match*;
- CBC SAT - *Steel Arrow Tip*.

Já no calibre 7.62x51mm, são as seguintes:

- CBC NATO *Ball*;
- CBC Perfurante (NATO AP);
- CBC Traçante (NATO *Tracer*).

Conforme mencionado no início do presente artigo, considerou-se como enfoque o estudo de resposta balística a anteparos materiais dispostos em meios urbanos a fim da capacitação e instrução do efetivo policial empregado na referida Unidade, como forma de estudo sobre comportamento das munições diante de tais barreiras.

Tratando-se de tal viés, escolheu-se para análise as duas composições de cartuchos desenvolvidos, segundo fabricante, com especificidade à aplicação antimaterial de blindagem leve, conforme necessidade desta Unidade no combate a maiores distâncias, seguras ao operador e que permitam disparos responsáveis e efetivos, diante de agressores providos tanto de coletes com placas balísticas, como de automóveis com as mais variadas blindagens ou barricadas, por exemplo:

5,56x45mm SAT - *Steel Arrow Tip*: Contra alvos com blindagem leve e não blindados. Com maior poder de penetração e precisão a longa distância e desempenho mais uniforme a curta distância. Possui desempenho superior à munição 7,62 Comum tanto em alvos rígidos quanto não rígidos. Perfura uma chapa de aço SAE 1010 ou 1020 (dureza 55-70 HRb) de 9,5mm à distância de 385m e de 3,5mm à distância de 570m (CBC, 2025).

7,62x51mm - Perfurante (NATO AP): Contra alvos protegidos por blindagens leves, não blindados e alvos resistentes a projéteis comuns. Perfura uma placa de aço (dureza: mínimo 450 HB) de 6mm, à distância de 100m (CBC, 2025).

2.2.1. CBC SAT - *Steel Arrow Tip*

Projetada com corpo em latão e ponta maciça em cobre, contendo núcleo de aço, a munição SAT no calibre 5,56x45mm apresenta comprimento de projétil de 57mm e 62gr de massa, o qual apresentou em testes da CBC (2025) uma energia de saída de boca de cano de 1716J quando aferida em provete de 50,8cm (cerca de 20”), a uma velocidade de 926m/s.

Figura 4. Reprodução da Munição CBC SAT

Fonte: CBC, 2025.

Nos testes apresentados no site da empresa, constam ainda as energias de 1388J, na velocidade de 833m/s, a 100m, enquanto à distância de 300m a energia de 883J, a uma velocidade de 664m/s.

O folheto da CBC (2025) acerca da referida munição ainda disponibiliza a constatação de perfuração de uma chapa de aço de 9,5mm a 385m, vide recorte:

Figura 5. Recorte de Folheto da CBC sobre munição SAT

Fonte: CBC, 2025.

Além dos dados supracitados, segundo o fabricante, a proposta da munição é proporcionar “a utilização de armamento mais leve, representando maior capacidade de disparos”, referenciando-se à comparação do peso dos armamentos no calibre 7,62x51mm, considerando-se ainda o acondicionamento dos carregadores com menor capacidade em geral. Neste sentido, reitera-se que, no caso dos armamentos disponíveis à utilização do BPRONE, os fuzis CZ Bren 2 possuem carregadores que comportam 30 cartuchos, enquanto os carregadores dos fuzis IWI ARAD 7 comportam apenas 20.

2.2.2. CBC Perfurante (NATO AP)

Composta por corpo do cartucho em latão, tem um projétil com núcleo de aço temperado exposto, envolvido por uma jaqueta de cobre e o peso de 148gr, para um comprimento de 71,1mm.

Nos testes em provete de 55,9cm, cerca de 22", a munição supersônica atingiu marca de energia de saída de boca de cano para 3334J, a uma velocidade de 835m/s, enquanto a 100m reduziu a 2702J (velocidade de 752m/s) e a 300m para energia de 1717J (velocidade de 599m/s).

Figura 6. Reprodução da Munição CBC Perfurante



Fonte: CBC, 2025.

Em resumo, tabelando-se os dois exemplares, segundo dados expostos pelo fornecedor, temos:

Tabela 2. Comportamento da Munição CBC 5,56x45mm SAT em provete de 50,8cm

Fator	Boca	100 metros	200 metros	300 metros
Energia (J)	1716	1388	1113	883
Velocidade (m/s)	926	833	746	664

Fonte: CBC, 2025.

Tabela 3. Comportamento da Munição CBC 7,62x51mm Perfurante em provete de 55,9cm

Fator	Boca	100 metros	200 metros	300 metros
Energia (J)	3334	2702	2166	1717
Velocidade (m/s)	835	752	673	599

Fonte: CBC, 2025.

Percebe-se a partir dos comparativos que, apesar de uma menor velocidade atingida pela munição CBC 7,62x51mm perfurante, em razão da maior massa apresentada pelo projétil, e seu decaimento de velocidade na trajetória ter sido maior, ainda a energia se aproxima do dobro da apresentada pela amostragem da CBC 5,56x45mm SAT ao longo de todo o percurso até a chegada nos 300m, que também serão limítrofes aos testes do presente artigo.

2.3. Distância dos alvos

A razão pela escolha inicial das trajetórias de 100, 200 e 300m para análise dos efeitos balísticos nos anteparos propostos, foi baseada em padrões de testes com dados já aferidos em proveito pela fabricante das munições, conforme já expostos no presente trabalho, bem como por se tratar de distâncias recorrentemente empregadas em treinamentos de tiro para atiradores designados no âmbito da PMPR.

No sentido de verificar especificamente a aferição de 300 metros, pode ser mencionado o embasamento para processo de aquisição demandado pelo Batalhão de Polícia de RONE, conjuntamente ao Batalhão de Operações Especiais da PMPR, nos termos da necessidade de aquisição de fuzis DMR (*Designated Marksman Rifle* – ou Rifle de Atirador Designado) no calibre .308win, junto ao Documento de Formalização de Demanda nº 002/2024 – BPRONE (PMPR, 2024).

No referido estudo, foi utilizado exemplo de perímetro urbano na Região Metropolitana de Curitiba, especificamente em Colombo/PR, na Rua XV, logradouro este pertencente ao eixo central do respectivo município e dotado de uma série de agências bancárias, local este, também, palco de ações delituosas de crimes violentos contra o patrimônio, como o roubo à Caixa Econômica Federal no ano de 2018 por criminosos fortemente armados, colocando em risco a população à luz do dia.

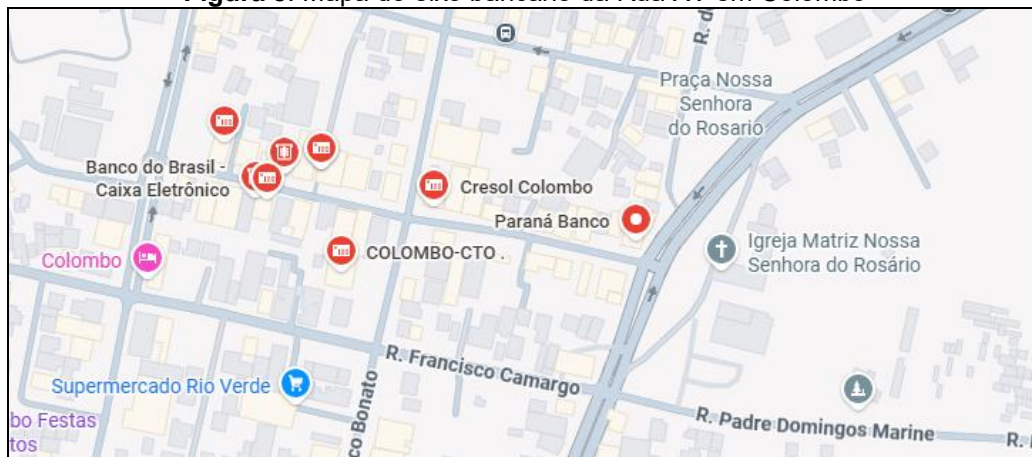
Figura 7. Bandidos invadem banco, rendem clientes e fogem com reféns em Colombo



Fonte: CATVE, 2018.

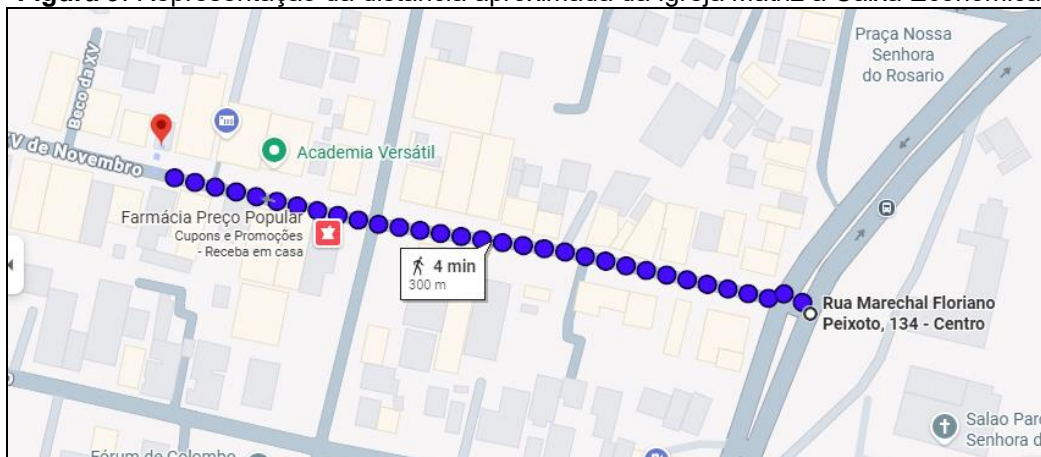
O estudo apresentado na documentação proponente da compra dos fuzis, traz a visão do ponto mais alto da via pública, no Pátio da Igreja Matriz Nossa Senhora do Rosário, considerando o possível posicionamento de um atirador designado ou de célula policial, verificada a distância aproximada de 300 metros do eixo bancário, como representam as próximas imagens:

Figura 8. Mapa do eixo bancário da Rua XV em Colombo



Fonte: Google, 2026.

Figura 9. Representação da distância aproximada da Igreja Matriz à Caixa Econômica



Fonte: Google, 2026.

2.4. Tipos de anteparos selecionados

Considerando-se o estudo proposto, foram identificados quatro anteparos a serem dispostos para aplicação dos disparos que podem ser encontrados em ambientes urbanos ou ações delituosas em posse de criminosos para proteção em eventual embate às forças de segurança. São eles:

- Estrutura de concreto vedado simulando parede de edificação;
- Chapa de aço de 6mm, comumente aplicada em construções civis em estruturas metálicas, determinados tipos de portões, plataformas, entre outros;
- Vidro veicular blindado, amplamente empregado por criminosos em veículos preparados para crimes como ações de novo cangaço, por exemplo;
- Placa balística, tal quais blindagens veiculares, também acessíveis pelo crime organizado para embate às forças de segurança.

2.4.1. Estrutura de Concreto

Visando um anteparo compatível com a construção de edificações em contexto urbano, ainda que mais reforçadas que construções de tijolo ou madeira, foram selecionados blocos de concreto de vedação para os disparos diretos, montados em forma de muro baixo em data pregressa ao ensaio, a fim da fixação da estrutura.

Cabe ressaltar que, dada a dureza do material, para avaliação terminal dos projéteis se considerou mais efetiva a análise em detrimento às outras duas estruturas supracitadas, que apresentariam menor resistência e, conseqüentemente, dificuldade de comparação do efeito de impacto.

Para fins de composição de amostra foram selecionados blocos compatíveis à NBR 6136 (ABNT, 2016), 14x19x39cm, de uso não estrutural.

2.4.2. Placa Balística

Durante a Instrução de Balística Aplicada, referente à Nota de Serviço nº 003/2026-BPRONE, aos Atiradores Designados da Unidade a qual foi acompanhada para composição do presente artigo, foram elencados três conjuntos de placas balísticas (frente e verso) em uso na PMPR, materiais estes designados a processo de descarga e documentados para testes em instrução, conforme segue relação:

Tabela 4. Relação de Informação de placas balísticas utilizadas

SERIE	NÍVEL	FABRICAÇÃO	VALIDADE	STATUS	SITUAÇÃO
112748.34	III-A	30/10/19	30/10/25	VENCIDA	EM PROCESSO DE DESCARGA NA OPM
112748.92	III-A	30/10/19	30/10/25	VENCIDA	EM PROCESSO DE DESCARGA NA OPM
112787.1	III-A	30/10/19	30/10/25	VENCIDA	EM PROCESSO DE DESCARGA NA OPM

Fonte: o autor, 2026.

Observou-se que a composição da instrução demandou de sacos de areia como base de fixação dos coletes, visto que a efetividade do equipamento depende de corpo de anteparo junto à placa para garantia de “travamento” do projétil.

É de destaque que foram aplicadas na instrução aos Atiradores Designados placas nível III-A, conforme as normas ABNT NBR 15000-1 (ABNT, 2020), com encerramento de validade recente (outubro do ano de 2025) e, ainda que extinto tal prazo do material, a seleção se justificou para não haver dano em patrimônio público ainda servível, optando-se pelos testes em processo de descarga/eliminação.

Ainda que decorrido o prazo de validade, a equipe de elaboração da pesquisa considerou que tais placas podem ser constituídas como ferramentas de análise de balística terminal por comporem mesma data de fabricação, origem comprovada por número de série e não possuírem quaisquer sinais de mau uso, portanto válidas à documentação.

Para maior neutralidade e equiparação de conduções aos testes, os pares foram dispostos nas distâncias de 100, 200 e 300 metros, a fim da comparação dos disparos com as munições 5,56x45mm SAT e 7,62x51mm AP com placas do mesmo número de série, sendo padronizadas as faces frontais aos disparos do primeiro calibre, e as faces traseiras ao segundo calibre, com disparos unitários a fim da máxima preservação das fibras de *kevlar* e não comprometimento da amostra.

2.4.3. Vidro Blindado

Outros anteparos materiais selecionados para amostragem foram vidros blindados veiculares, especificamente para-brisas, com a espessura de 21mm e nível de proteção III-A, compatíveis com projéteis 9mm FMJ e .44 Magnum SWC, dispostos em angulação perpendicular ao solo, para garantia de disparo direto, reduzindo chances de deflexão.

Cabe ressaltar que, devido disponibilidade do material, foram coletadas três amostras, dispostas respectivamente às distâncias de 100, 200 e 300 metros, restando a utilização dos mesmos vidros para disparos unitários de ambos os calibres, buscando-se a distanciação entre os disparos para menor comprometimento da amostra, priorizando-se primeiramente os disparos com cartuchos 5,56x45mm SAT.

2.4.4. Chapa de Aço

Para a amostra de chapa de aço, foi verificado modelo compatível com estruturas urbanas, de modo a se fazer presente na construção civil e que não ofereça resistência ou aplicação propriamente balística como alvos de tiro no padrão AR500.

Nesse contexto, identificou-se a possibilidade da aplicação de chapa de Aço SAE 1020 (Carbono: 0,155%) com dureza estimada em torno de 130 a 150 HB (Dureza Brinell), dadas as especificações de composição do fornecedor.

A amostra conta com espessura de 6,3mm, disposta em recorte de 56x110cm.

Em virtude da composição rígida (não fibrosa ou porosa) do material, optou-se pela utilização da mesma chapa para todo o ensaio.

3. RESULTADOS OBTIDOS

A análise dos dados obtidos a partir dos ensaios balísticos realizados evidenciou que todas as amostras de anteparos testadas foram transfixadas pelas duas variações de projéteis empregadas, em todas as distâncias previamente estabelecidas no delineamento experimental. Tal comportamento foi observado de forma consistente e repetitiva, independentemente do tipo de material do anteparo, indicando manutenção de energia residual suficiente para a perfuração completa das estruturas avaliadas.

Os impactos descritos apresentaram perfurações bem definidas na face de entrada, com características compatíveis com projéteis de alta velocidade, sendo possível identificar, na face oposta, orifícios de saída com dimensões variáveis conforme o material atingido e o calibre empregado. Em alguns casos, observou-se desprendimento de fragmentos do próprio anteparo, especialmente em materiais de menor densidade, evidenciando a dissipação de energia no momento do impacto.

Ressalta-se que não foram observadas falhas de penetração, desvios significativos de trajetória ou retenção completa dos projéteis nos anteparos testados, mesmo nas maiores distâncias consideradas. Os resultados mantiveram-se homogêneos entre os disparos realizados, demonstrando regularidade no comportamento balístico terminal dos projéteis analisados dentro das condições estabelecidas para o ensaio.

3.1. SAT 5,56x45mm a 100 metros

Figura 10. Amostra 5,56x45mm SAT em concreto a 100m



Fonte: o autor, 2026.

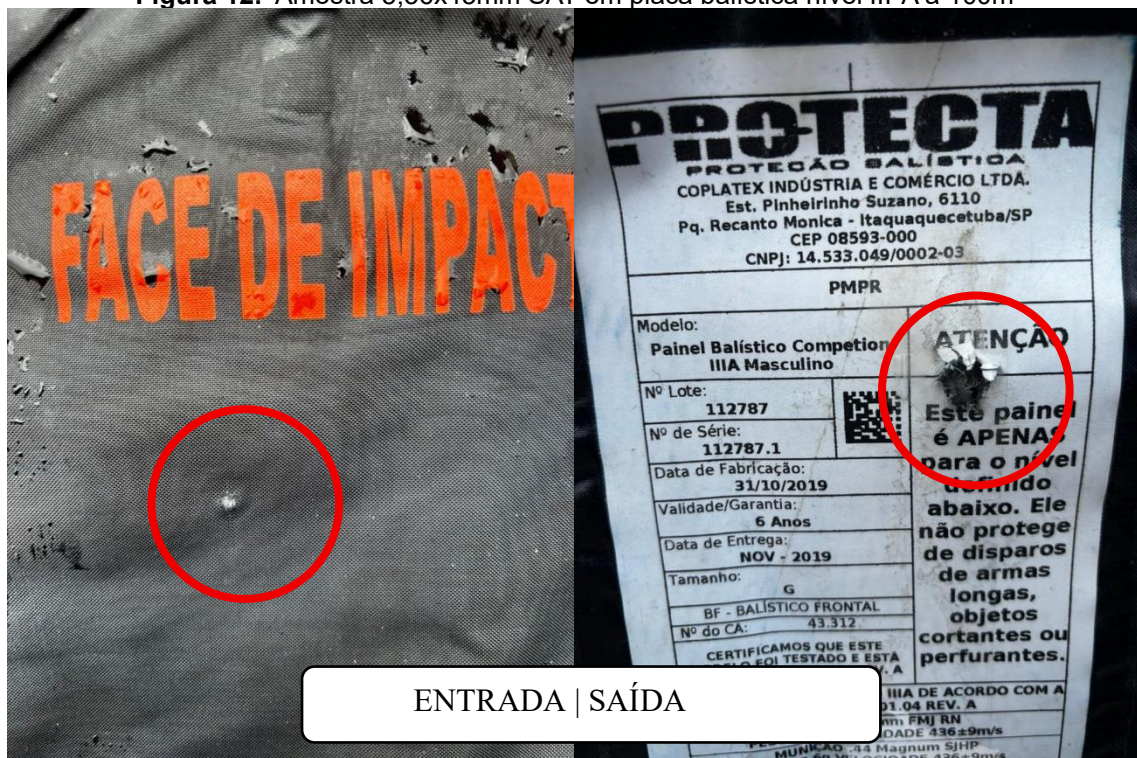
Figura 11. Amostra 5,56x45mm SAT em chapa de aço a 100m



ENTRADA | SAÍDA

Fonte: o autor, 2026.

Figura 12. Amostra 5,56x45mm SAT em placa balística nível III-A a 100m



ENTRADA | SAÍDA

Fonte: o autor, 2026.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ENSAIO DE MUNIÇÕES 5,56x45MM SAT E 7,62x51MM AP EM USO NO BATALHÃO
DE POLÍCIA DE RONDAS OSTENSIVAS DE NATUREZA ESPECIAL
Rafael Gustavo Merege de Mello, William de Moura Ubida

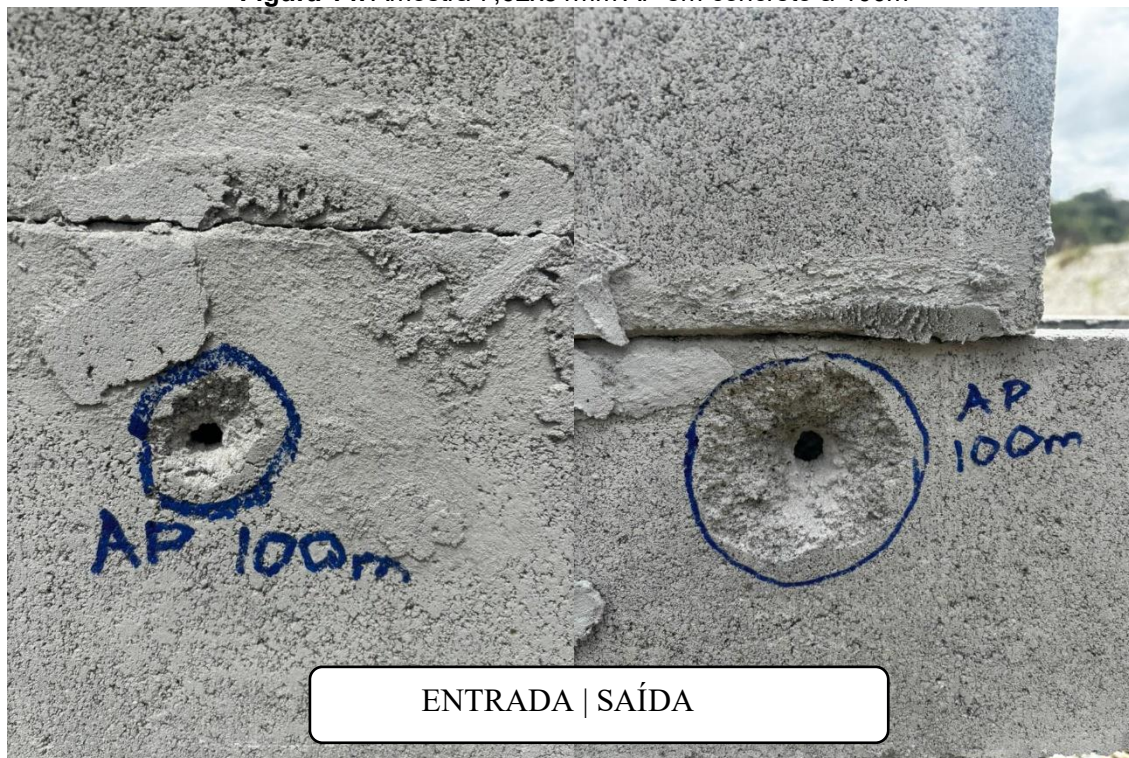
Figura 13. Amostra 5,56x45mm SAT em vidro blindado a 100m



Fonte: o autor, 2026.

3.2. AP 7,62x51mm a 100 metros

Figura 14. Amostra 7,62x51mm AP em concreto a 100m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 15. Amostra 7,62x51mm AP em chapa de aço a 100m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 16. Amostra 7,62x51mm AP em placa balística a 100m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 17. Amostra 7,62x51mm AP em vidro blindado a 100m



Fonte: o autor, 2026.

3.3. SAT 5,56x45mm a 200 metros

Figura 18. Amostra 5,56x45mm SAT em concreto a 200m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 19. Amostra 5,56x45mm SAT em chapa de aço a 200m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 20. Amostra 5,56x45mm SAT em placa balística a 200m



Fonte: o autor, 2026.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ENSAIO DE MUNIÇÕES 5,56x45MM SAT E 7,62x51MM AP EM USO NO BATALHÃO
DE POLÍCIA DE RONDAS OSTENSIVAS DE NATUREZA ESPECIAL
Rafael Gustavo Merege de Mello, William de Moura Ubida

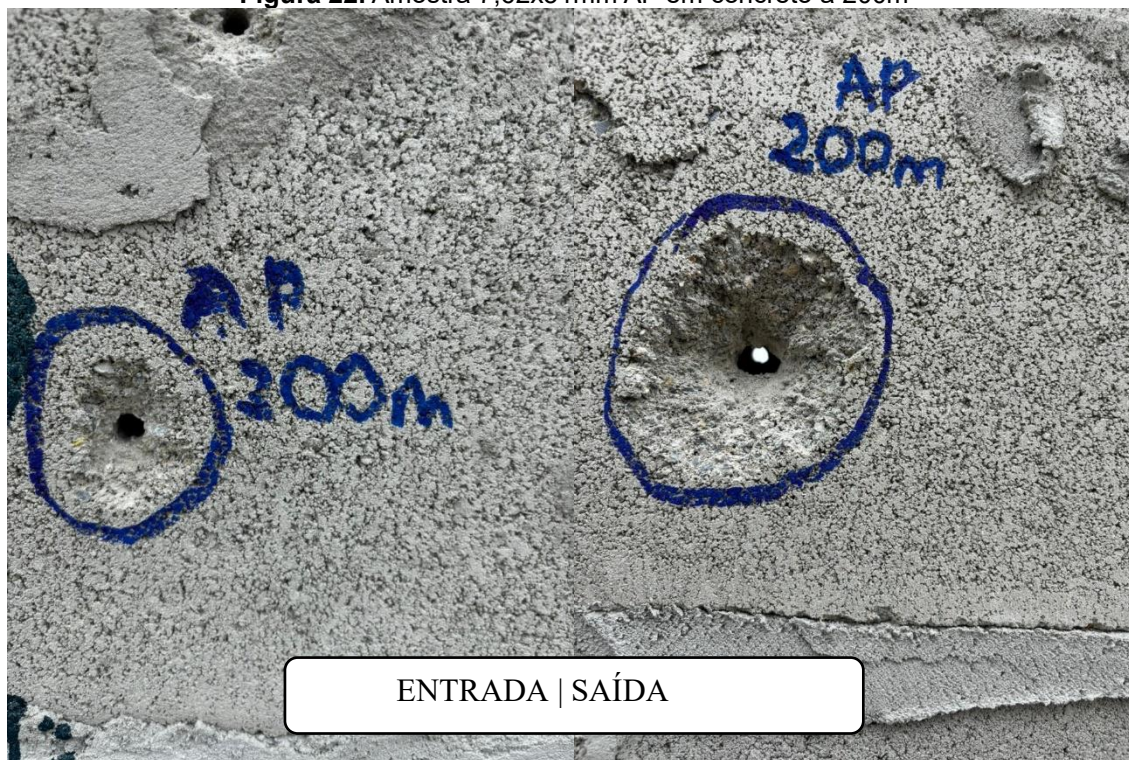
Figura 21. Amostra 5,56x45mm SAT em vidro blindado a 200m



Fonte: o autor, 2026.

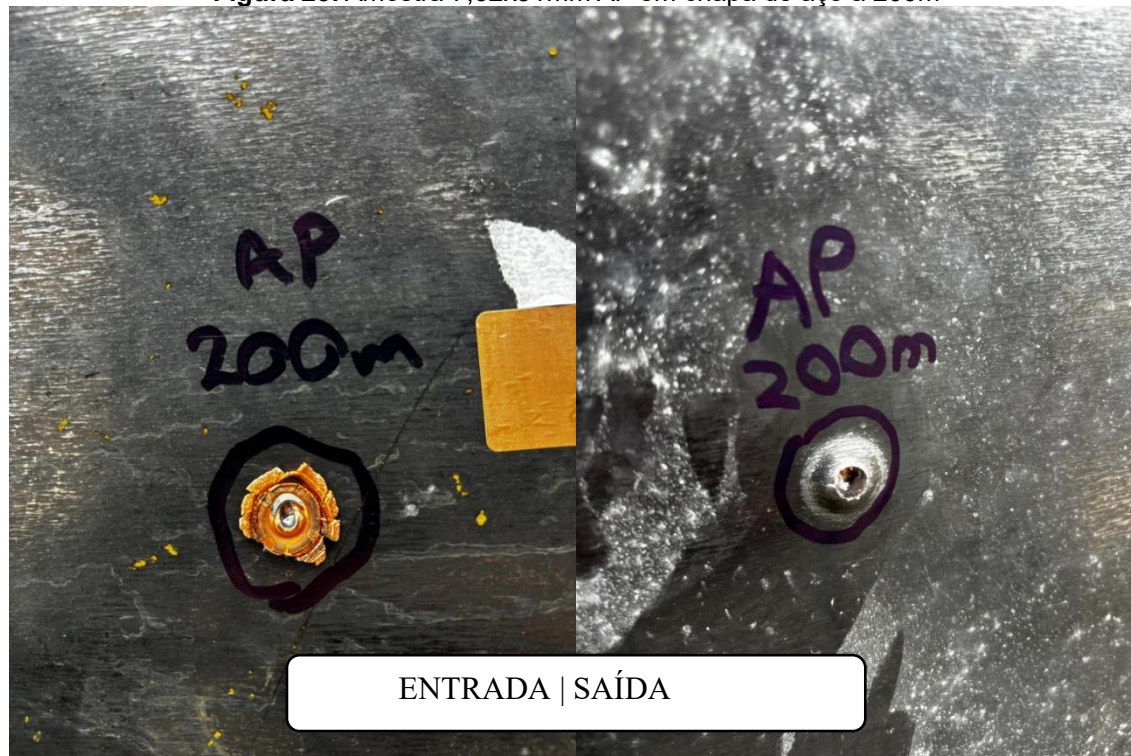
3.4. AP 7,62x51mm a 200 metros

Figura 22. Amostra 7,62x51mm AP em concreto a 200m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 23. Amostra 7,62x51mm AP em chapa de aço a 200m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 24. Amostra 7,62x51mm AP em placa balística a 200m



ENTRADA | SAÍDA

Fonte: o autor, 2026.

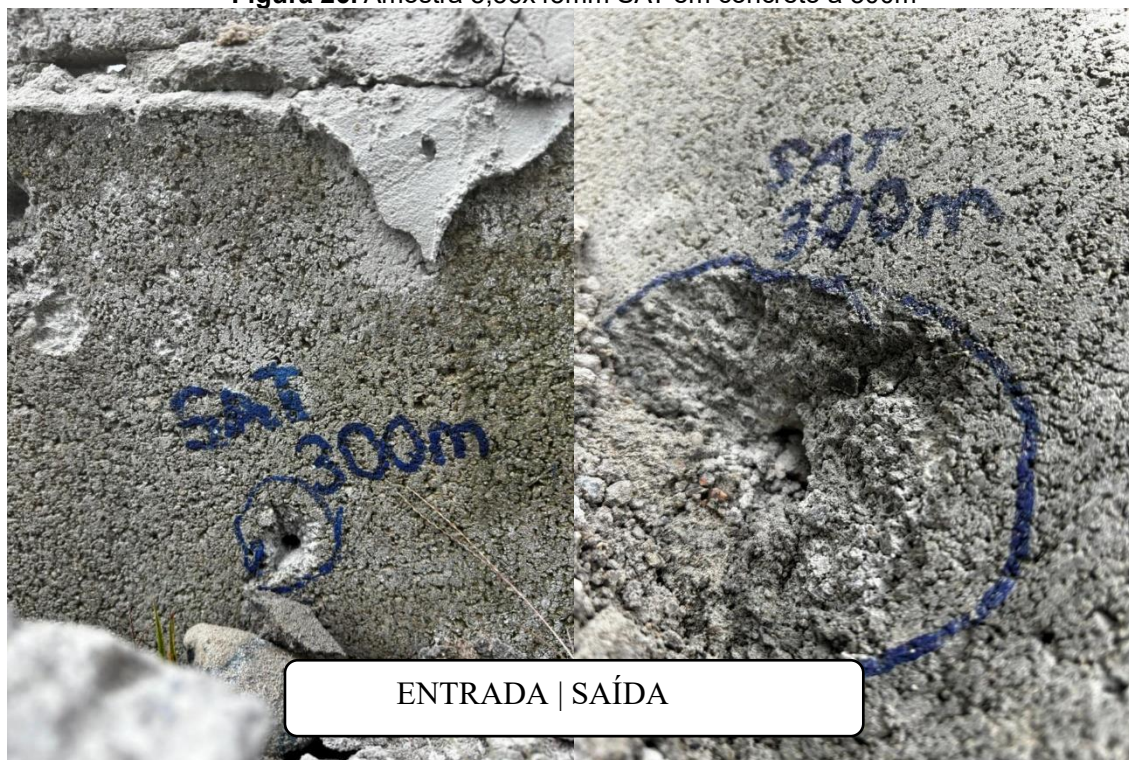
Figura 25. Amostra 7,62x51mm AP em vidro blindado a 200m



Fonte: o autor, 2026.

3.5. SAT 5,56x45mm a 300 metros

Figura 26. Amostra 5,56x45mm SAT em concreto a 300m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 27. Amostra 5,56x45mm SAT em chapa de aço a 300m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 28. Amostra 5,56x45mm SAT em placa balística a 300m



Fonte: o autor, 2026.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ENSAIO DE MUNIÇÕES 5,56x45MM SAT E 7,62x51MM AP EM USO NO BATALHÃO
DE POLÍCIA DE RONDAS OSTENSIVAS DE NATUREZA ESPECIAL
Rafael Gustavo Merege de Mello, William de Moura Ubida

Figura 29. Amostra 5,56x45mm SAT em vidro blindado a 300m



Fonte: o autor, 2026.

3.6. Ap 7,62x51mm a 300 metros

Figura 30. Amostra 7,62x51mm AP em concreto a 300m



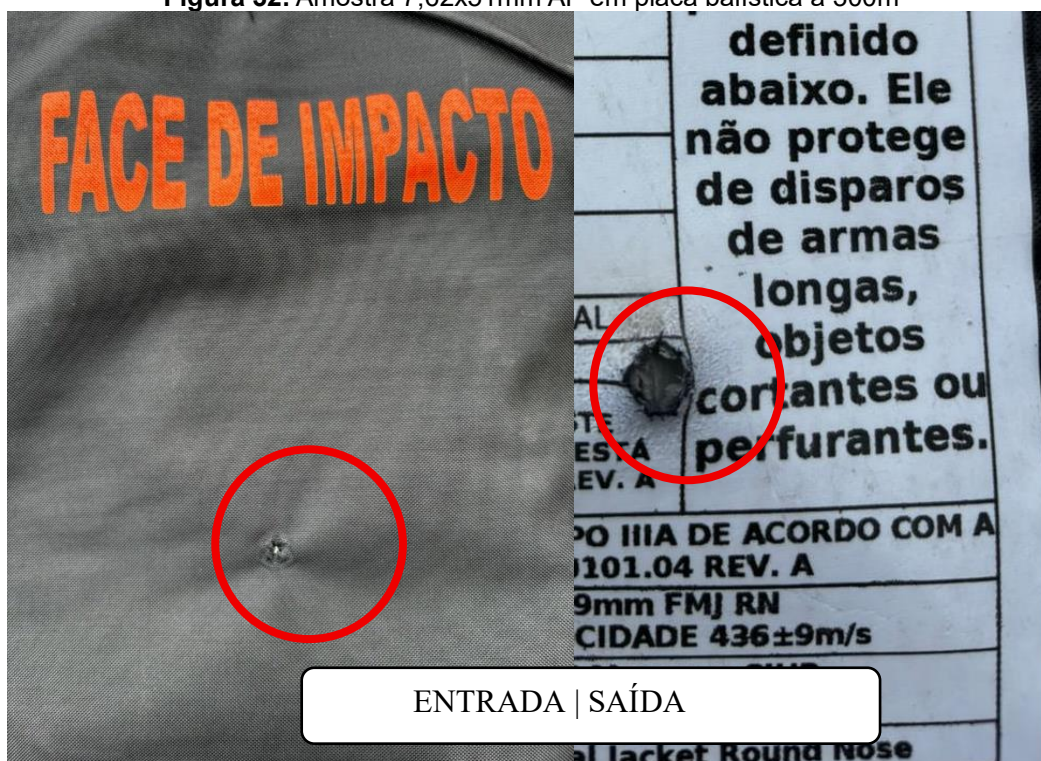
Fonte: o autor, 2026.

Figura 31. Amostra 7,62x51mm AP em chapa de aço a 300m



Fonte: o autor, 2026.

Figura 32. Amostra 7,62x51mm AP em placa balística a 300m



Fonte: o autor, 2026.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ENSAIO DE MUNIÇÕES 5,56x45MM SAT E 7,62x51MM AP EM USO NO BATALHÃO
DE POLÍCIA DE RONDAS OSTENSIVAS DE NATUREZA ESPECIAL
Rafael Gustavo Merege de Mello, William de Moura Ubida

Figura 33. Amostra 7,62x51mm AP em vidro blindado a 300m



Fonte: o autor, 2026.

3.7. Verificações Suplementares

Dentre as amostragens, foram notados em certos momentos o desprendimento do núcleo de aço de sua camisa em chumbo, vide Figura 34, de ambos os compostos dos exemplares trabalhados, fato esse que implica diretamente na redução de massa do projétil, conforme retrata a Figura 34, porém sem demonstrarem implicação direta na perfuração dos respectivos obstáculos:

Figura 34. Registros de camisas em chumbo desprendidas dos núcleos em anteparo de aço



Fonte: o autor, 2026.

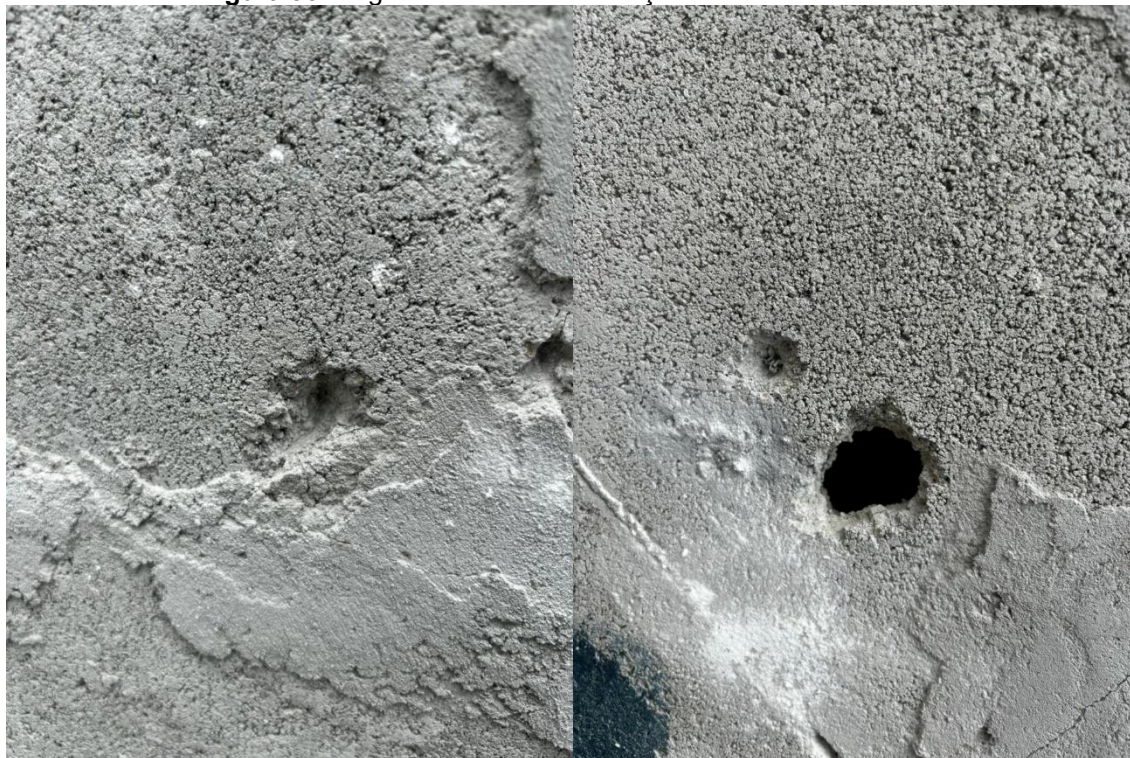
Figura 35. Registros de núcleos de aço coletados de amostras

Fonte: o autor, 2026.

A imagem à esquerda foi coletada a partir de fragmento de projétil recolhido de bloco de concreto à distância de 100m após disparo em chapa de aço posicionada a 40 centímetros da parede, onde se observa deformidade (quebra) de tal ponta após o impacto, porém não foi possível identificar se o dano ocorreu no primeiro impacto com a chapa ou no segundo impacto com o muro

A imagem do centro foi obtida a partir de fragmento recolhido à distância de 200m pelo disparo da variante 5,56x45mm SAT em vidro blindado e à direita fragmento de 7,62x51mm AP após impacto também em vidro blindado.

Ambos os dois últimos ensaios resultaram na transfixação do primeiro alvo posicionado a cerca de 40 centímetros do muro de concreto, porém a munição SAT apresentou apenas lesão na segunda superfície (Figura 36 – recorte à esquerda), enquanto a munição AP rompeu a primeira parede do material (Figura 36 – recorte à direita), conforme visualizado a seguir:

Figura 36. Registros de núcleos de aço coletados de amostras

Fonte: o autor, 2026.

Nota-se aqui, neste momento a materialização dos efeitos da energia atingida pela variante no calibre 7,62x51mm em relação à outra amostra em anteparos consecutivos, que pode inclusive ser traduzida na capacidade de neutralização de ameaça barricada em contexto urbano.

3.8. Discussão

Os resultados obtidos a partir do presente estudo entre as munições desenvolvidas pela fabricante CBC nas disposições 5,56x45mm SAT e 7,62x51mm AP, demonstram que ambas as alternativas desempenharam os papéis propostos diante de anteparos materiais e blindagens leves a 100m, 200m e 300m, evidenciando-se como meios tecnicamente eficazes ao combate urbano diante de ameaças barricadas ou em uso de aparato blindado até o nível III-A, pois houve transfixação em todas as etapas do ensaio.

Cada sistema, por sua vez, é provido de elementos táticos e operacionais próprios, quais devem ser analisados tanto em critérios de maneabilidade quanto de missão pretendida, preferencialmente de maneira prévia à alocação do efetivo para as determinadas atuações.

Por fatores claros, observa-se também que a ferramenta do fuzil CZ Bren 2, ainda que não tenha sido o plano focal da discussão, traz um menor peso e recuo para realização de disparos, promovendo uma possibilidade maior de saturação atrelada a outros fatores, como



emprego de miras optrônicas, entre outros, além do fato de que a munição SAT trouxe uma excelente resposta às condições expostas.

Outrossim, o Fuzil IWI ARAD 7, devidamente equipado de munição 7,62x51mm AP, ainda que dotado de peso superior como um todo, demonstra-se como aparato de maior energia, coeficiente balístico e capacidade de rompimento de anteparos materiais, que viabiliza sua aplicação em perímetro urbano frente a ameaças protegidas seja por blindagens, seja por elementos do terreno como barricadas, apresentando resposta mais favorável a anteparos consecutivos.

Os resultados empíricos observados no presente ensaio também demonstram consonância com as conclusões apresentadas por Santos (2025), especialmente no que se refere à superioridade energética, ao coeficiente balístico e à capacidade de transfixação do calibre 7,62x51mm em distâncias superiores a 200 metros. Tal convergência evidencia que os fundamentos teóricos apontados pelo autor — notadamente quanto à maior estabilidade de trajetória, maior momento linear e maior previsibilidade dos efeitos terminais desse calibre — materializam-se de forma prática quando aplicados a anteparos urbanos e blindagens leves em contexto operacional policial.

Por outro lado, os dados coletados também indicam que a munição 5,56x45mm SAT apresentou desempenho consistente e tecnicamente eficaz frente aos mesmos obstáculos até a distância de 300 metros, o que amplia a análise proposta por Santos (2025) ao demonstrar que, embora o calibre 7,62x51mm apresente vantagens balísticas evidentes, o calibre 5,56x45mm, quando empregado com projéteis de maior capacidade de penetração, mantém aplicabilidade operacional relevante, sobretudo em cenários urbanos que demandam maior controle do risco colateral e maior mobilidade do operador.

Dessa forma, o presente estudo não contradiz, mas complementa a análise de Santos (2025), ao reforçar que a superioridade balística do calibre 7,62x51mm deve ser compreendida à luz da missão, do ambiente e do perfil de emprego do Atirador Designado Policial, cabendo à doutrina operacional ponderar entre potência terminal, maneabilidade e proporcionalidade no uso da força.

3.9. Limitações do estudo

Embora os resultados obtidos tenham demonstrado desempenho consistente e aplicabilidade operacional das munições 5,56x45mm SAT e 7,62x51mm AP frente a anteparos urbanos e blindagens leves até a distância de 300 metros, algumas limitações metodológicas devem ser consideradas na interpretação dos achados. Primeiramente, os ensaios foram conduzidos em ambiente de instrução controlado, não reproduzindo integralmente as variáveis



dinâmicas presentes em situações reais de confronto, como estresse operacional, movimentação do atirador e do alvo, influência significativa do vento e disparos em ângulos não perpendiculares.

Ademais, a análise concentrou-se exclusivamente em anteparos materiais e blindagens leves de nível III-A, não contemplando blindagens de níveis superiores, massas semirrígidas ou simuladores biológicos, como gelatinas balísticas, o que limita inferências acerca dos efeitos lesivos teciduais, cavidades temporárias ou comportamentos balísticos em meios orgânicos. Destaca-se, ainda, que os disparos foram unitários e direcionados a áreas distintas das amostras, não sendo avaliados efeitos cumulativos ou impactos sucessivos em um mesmo ponto do anteparo.

Por fim, o estudo não teve por escopo a mensuração instrumental de parâmetros como velocidade residual, energia exata no impacto ou ângulo de deflexão, baseando-se predominantemente na observação empírica e documentação visual dos efeitos terminais. Tais limitações, contudo, não invalidam os resultados apresentados, mas delimitam o alcance das conclusões, reforçando a necessidade de investigações futuras com instrumentos de medição balística mais precisos e com maior diversidade de cenários e materiais.

4. CONSIDERAÇÕES

O presente estudo teve por objetivo analisar o comportamento balístico terminal das munições 5,56x45mm SAT e 7,62x51mm AP, empregadas pelo Batalhão de Polícia de Rondas Ostensivas de Natureza Especial, frente a anteparos materiais e blindagens leves em distâncias compatíveis com o emprego operacional do Atirador Designado Policial. A partir dos ensaios realizados, foi possível constatar que ambas as munições demonstraram desempenho tecnicamente eficaz até a distância de 300 metros, com capacidade de transfixação de estruturas comumente encontradas em ambientes urbanos.

Os resultados evidenciaram que, embora o calibre 7,62x51mm apresente superioridade em termos de energia terminal vide referencial teórico exposto ao longo da pesquisa, coeficiente balístico e capacidade de rompimento de anteparos consecutivos, o calibre 5,56x45mm, quando empregado com projéteis de maior capacidade de penetração, como a variante SAT, mantém elevada aplicabilidade operacional, sobretudo em cenários que demandam maior mobilidade, menor fadiga do operador e controle do risco colateral. Tal constatação reforça a compreensão de que a escolha do calibre deve estar diretamente vinculada à missão, ao ambiente e à natureza da ameaça enfrentada.

Como contribuição original, o estudo agrega dados aplicados ao contexto policial brasileiro, ainda pouco explorado na literatura científica, oferecendo subsídios técnicos para o aperfeiçoamento da doutrina de emprego do Atirador Designado Policial e para a tomada de decisão quanto à seleção de armamentos e munições em operações de alto risco.

Por fim, reconhece-se que os resultados apresentados não esgotam o tema, mas constituem base consistente para investigações futuras que aprofundem a análise balística em cenários mais complexos e com instrumentos de mensuração mais precisos, fortalecendo a produção científica aplicada à segurança pública.

Como proposta a trabalhos futuros, destacando-se que mesmo as evidências coletadas a partir do estudo não esgotam o tema discorrido, traz-se algumas possibilidades de análises que seguem:

- Utilização de câmeras de alta resolução e captação de vídeo para análise de cinemática dos impactos;
- Análise de impacto em blindagens de características mais resistentes/robustas, como de nível III e nível IV, passíveis da utilização por criminosos em ações violentas;
- Utilização de massas semirrígidas, gelatinas balísticas ou reproduções humanoides que tragam as percepções de possíveis lesões teciduais, bem como cavidades temporárias e impactos secundários de cada material;
- Ensaio de estudo da deflexão dos projéteis analisados a partir dos impactos nos anteparos propostos, para apontamentos sobre possíveis efeitos colaterais de desvio de trajetória;
- Resposta dos projéteis frente a vegetações densas ou não, para análise da aplicabilidade dos recursos em ambientes não urbanos, entre outros.

Ademais, conclui-se que o estudo cumpriu seu papel sobre a compreensão dos comportamentos das munições apresentadas, trazendo elementos teóricos e práticos que corroboram com a aplicabilidade dos dois recursos, sendo capaz, ainda, de um direcionamento consistente para pesquisas futuras e assessorando tecnicamente futuras decisões de emprego dos materiais supracitados ao serviço policial, em especial do Batalhão de Polícia de RONE.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15000-1: Sistemas de blindagem - Proteção balística - Parte 1: Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ABNT. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

CARLUCCI, D. E.; JACOBSON, S. S. **Ballistics**: Theory and Design of Guns and Ammunition. [S. l.]: CRC Press, 2025.

CATVE. **Bandidos invadem banco, rendem clientes e fogem com reféns em Colombo**. [S. l.]: CATVE, 2018. Disponível em: <https://catve.com/video/9/208128>. Acesso em: 31 dez. 2025.

**REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218**

ANÁLISE DE ENSAIO DE MUNIÇÕES 5,56x45MM SAT E 7,62x51MM AP EM USO NO BATALHÃO
DE POLÍCIA DE RONDAS OSTENSIVAS DE NATUREZA ESPECIAL
Rafael Gustavo Merege de Mello, William de Moura Ubida

CBC - COMPANHIA BRASILEIRA DE CARTUCHOS. 2025. Disponível em: <https://www.cbc.com.br/>. Acesso em: 31 dez. 2025.

CBC. **Catálogo Defesa e Segurança CBC 2024**. Ribeirão Pires: CBC, 2024. Disponível em: https://segurancapublica.cbcdefesa.com.br/arquivos/Catalogo_Defesa_CBC_2024_versao_WEB.pdf. Acesso em: 31 dez. 2025.

CBC. **Folheto Munições SAT**. Ribeirão Pires: CBC, s. d. Disponível em: <https://segurancapublica.cbcdefesa.com.br/arquivos/Folheto-Municoes-SAT.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2025.

PMPR. **Batalhão de Polícia de Rondas Ostensivas de Natureza Especial**: Documento de Formalização de Demanda nº 002/2024. Curitiba: Polícia Militar do Estado do Paraná, 2024.

PMPR. **Batalhão de Polícia de Rondas Ostensivas de Natureza Especial**: Normas Gerais de Ação. 5ª ed. Curitiba: Polícia Militar do Estado do Paraná, 2023.

PMPR. **Batalhão de Polícia de Rondas Ostensivas de Natureza Especial**: Nota de Serviço nº 003/2026-BPRONE. Curitiba: Polícia Militar do Estado do Paraná, 2026.

PMPR. **Diretriz nº 011/2022-PM/3 – Atirador Designado Policial (ADP)**. Curitiba: Polícia Militar do Estado do Paraná, 06 jun. 2022.

PMPR. **GUIA DE INSTRUÇÃO – Fuzil CZ/Bren 2**. Curitiba: Polícia Militar do Estado do Paraná, 2025.

PMPR. **GUIA DE INSTRUÇÃO – Fuzil IWI/ARAD 7**. Curitiba: Polícia Militar do Estado do Paraná, 2025.

ROSENBERG, Zvi; DEKEL, Erez. **Terminal ballistics**. 3. ed. Cham: Springer, 2020.

SANTOS, Hillen Diniz. **Análise científica para determinação do calibre balístico e do sistema óptico ideal visando à otimização do desempenho operacional e à eficácia tática de atiradores designados**. São Paulo: Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2025.

SILVINO JUNIOR, João Bosco. **Balística aplicada aos locais de crime**. 3. ed. São Paulo: Millennium Editora, 2021.