



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
ESCOLA DE SAÚDE DO EXÉRCITO  
(Es Apl. Sv Sau Ex / 1910)**

**Fernando Guaranha  
Daniel Carneiro Binato**

**EFEITOS BALÍSTICOS DO CALIBRE 7,62 X 51mm DAS FORÇAS ARMADAS DO  
EXÉRCITO BRASILEIRO.**

**Rio de Janeiro  
2020**

Fernando Guaranha  
Daniel Carneiro Binato

**EFEITOS BALÍSTICOS DO CALIBRE 7,62 X 51mm DAS FORÇAS ARMADAS DO  
EXÉRCITO BRASILEIRO.**

Trabalho apresentado ao Curso de  
formação de Oficiais da Escola de  
Saúde do Exército (ESSEX).

Orientador: Ten. Alexander Ribeiro de  
Lima Junior.

**Rio de Janeiro  
2020**

## EFEITOS BALÍSTICOS DO CALIBRE 7,62 X 51mm DAS FORÇAS ARMADAS DO EXÉRCITO BRASILEIRO.

Fernando Guaranha, Médico Especialista em Ortopedia e Traumatologia,  
e-mail:fernandoguaranha@hotmail.com  
Daniel Carneiro Binato, Médico Especialista em Ortopedia e Traumatologia,  
e-mail: danielbinato@hotmail.com  
Orientador Alexander Ribeiro de Lima Júnior. Escola de Saúde do Exército, Rio de Janeiro-RJ.

### RESUMO

**Introdução:** Trata-se de um artigo, que analisará balisticamente o calibre 7,62 x 51mm. Um cartucho de fuzil sem aro, desenvolvido na década de 1950 como padrão para armas leves entre os países da OTAN. Obtendo suas características e potencialidades, bem como vantagens e desvantagens. **Objetivos:** Avaliar os efeitos balísticos do calibre 7,62 x 51mm em diversas estruturas e suas trajetórias. **Metodologia:** Constituiu-se de uma pesquisa exploratória da literatura, através de sites, livros e revistas. **Desenvolvimento:** O 7,62 X 51 mm proporciona a tropa que o emprega um poder ofensivo muito grande. No entanto, as peculiaridades dos combates modernos são diferentes. As necessidades de uma força em ambiente humanizado são totalmente diferentes das necessidades em um ambiente de selva. O conhecimento sobre o impacto desta munição, facilita a construção de materiais e equipamentos adequados para proteção dos indivíduos quando atacados por este calibre. Assim como a escolha do combate, pois o calibre 7,62 x 51mm, oferece precisão e alcance adequados para engajamentos a média e longa distância. **Conclusão:** Constatou-se que o calibre 7,62 mm é o mais adequado para se utilizar em operações militares em ambiente de selva, devido ao seu poder de perfuração, permeabilidade, eficácia e eficiência.

**Palavras Chave:** 7,62 x 51mm; Exército Brasileiro; Efeitos Balísticos; Impacto do 7,62 x 51mm.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** This article analyzed the caliber 7.62 x 51mm ballistic ally. A rimless rifle cartridge, developed in the 1950 as a standard for small arms between NATO countries. Obtaining its characteristics and potential, as well as advantages and disadvantages. **Objectives:** To evaluate the ballistic effects of the 7.62 x 51mm caliber on different structures and their trajectories. **Methodology:** It consists of an exploratory literature search, through websites, books and magazines. **Development:** The 7.62 X 51 mm provides the troops that employ it with a very large offensive power. However, the peculiarities of modern combat are different. The needs of a force in a humanized environment are very different from the needs in a jungle environment. Knowledge about the impact of this ammunition facilitates the construction of materials and equipment suitable for the protection of individuals when attacked by this caliber. As well as the choice of combat, as the 7.62 x 51mm caliber, offers adequate precision and range for medium and long distance engagements. **Conclusion:** It was found that the 7.62 mm caliber is the most suitable for use in military operations in an environment of jungle, due to its piercing power, permeability, effectiveness and efficiency.

**Key words:** 7.62 x 51mm; Brazilian army; Ballistic Effects; Impact of 7.62 x 51mm.

## 1.INTRODUÇÃO

Atualmente, utiliza-se nos conflitos urbanos, Operações de Garantia da Lei e da Ordem, os armamentos de dotação do Exército Brasileiro, armamentos com calibres de grande poder e de grande energia, que elevam os riscos de danos colaterais durante as operações (BANDEIRA, 2019).

De acordo com o Ministério da Defesa, as operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO) são realizadas expressamente por ordem do presidente da república, em casos que há uma limitação das forças tradicionais de segurança pública, em graves situações de perturbação da ordem. Nessas situações, as Forças Armadas agem de forma esporádica, amparados pela Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 em seu Art.142. Tendo em vista a constante participação do Exército Brasileiro em operações GLO atualmente, pode se destacar as suas técnicas, táticas e procedimentos quanto ao uso de armamentos e tipos de munições não comumente usados em situações de guerra convencional (PEREIRA, 2019).

O calibre 7,62 foi desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial para uso em carabinas. Atualmente tem seu uso em fuzil, sendo os mais conhecidos: AR-15, FAL e Para Fal, AK-47 e outros (JUNIOR,2012). As armas de uso restrito utilizadas pelas forças armadas do Exército Brasileiro, são: IA2 (usado pelo Comando de Operações Especiais, força nacional de Segurança Pública e Polícia do Exército); PARA-FAL (usado pelo Comando de Operações Especiais, Guerreiros da Selva, e Brigada da Selva, e Brigada de Infantaria Paraquedista), Mq M968 Mosquel FAL (fuzil de treinamento e cerimonial); IMBEL AGLC (usados nos regimentos de infantaria).

O calibre já foi deixado de lado para a introdução de outros, mas após problemas nos conflitos assimétricos, precisou ser reintroduzido com a finalidade de disponibilizar para as tropas regulares uma munição capaz de causar ferimentos letais em inimigos localizados a distâncias superiores a 500 m. Diante do exposto é importante relatar a importância dos efeitos balísticos e da trajetória do calibre 7,62 x 51mm para um maior conhecimento durante a utilização em campo (ANDRE,2018).

Em específico este artigo, analisara balisticamente um dos calibres das armas ligeiras utilizados pelas forças da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN/NATO) tendo suas características e potencialidades, bem como vantagens e desvantagens. Estas devem estar de acordo com as necessidades dos soldados, de modo a servirem-lhe onde eles mais necessitam delas: no campo de batalha (PEREIRA, 2010). É de fundamental importância para o Exército Brasileiro, ter o conhecimento sobre as características dos armamentos e munições utilizadas, os quais devem ser empregados de maneira correta para que se obtenha uma elevada expectativa de impacto, possibilitando, assim, melhor aproveitamento em relação desempenho/eficiência (dano causado) contra diferentes alvos, a diferentes distâncias em um campo de batalha (ALVES,2016).

O comportamento dos projéteis, traduzido pela velocidade, pelo alcance, tensão da trajetória e pela precisão de tiro, dependem não só das características da arma, mas também da munição utilizada (Santos, 2011). Os efeitos dos projéteis nos materiais, e destes nos projéteis, depende também das características próprias dos projéteis, mormente a forma e a massa (Santos, 2011). Coupland et al. (2011) explanam que o objetivo do projétil é transportar para o alvo a energia cinética necessária para atingir um determinado efeito. Afirmam ainda que um projétil deve “sobreviver” às forças a que está sujeito no cano da arma à medida que adquire a sua energia, e deve perder o mínimo de energia possível entre a saída do cano da arma e o alvo (FERNANDES, 2019).

Esta pesquisa tem como os objetivos: Avaliar os efeitos balístico do calibre 7,62 x 51mm em diversas estruturas e suas trajetórias.

## **2. METODOLOGIA**

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental sobre os efeitos do calibre 7,62 x 51mm, que é utilizado pelos militares do Exército Brasileiro. Foram reunidas informações em diversos meios de comunicações, trabalhos e pesquisas na área e relatórios militares além da literatura existente e disponível em sites como: Scientific Electronic Library Online (Scielo), revistas e livros.

Em um primeiro momento, foram feitas leituras preliminares de resumos, afim de excluir os que não estavam relacionados a temática e os objetivos. As palavras chaves foram: calibre 7,62 x 51 mm; Munição; Armamento do Exército Brasileiro. Delimitando artigos nos últimos 10 anos.

O critério de exclusão se aplicou para os artigos que após leitura que não se referiam ao objetivo principal da presente pesquisa e que não estavam disponíveis na língua portuguesa.

### **3.REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1.EFEITOS BALÍSTICOS**

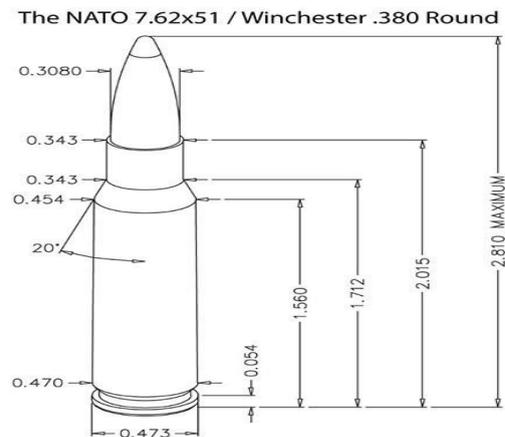
A Balística, é a ciência que estuda o comportamento dos projéteis após estes serem disparados. Desta forma iremos analisar o calibre em estudo (7,62 x 51mm NATO) em três ramos relevantes da Balística. São eles Balística Externa, balístico terminal e Balística de Efeitos (PEREIRA,2010).

##### **3.1.1.Balística externa**

Estuda o deslocamento e a prestação do projétil no seu deslocamento desde a saída à boca do cano até ao seu impacto no alvo. Segundo Neto (1997, p.113) o valor da densidade seccional para o calibre 7,62 mm é de 0,158. Verificando-se que o 7,62 mm tem uma menor velocidade inicial, mas, no entanto, tem uma maior massa e um maior coeficiente balístico (FERNANDES, 2019).

O projétil 7,62 mm OTAN (North Atlantic Treaty Organization), o qual tem uma velocidade ao sair do cano de 830 m/s. O último projétil mencionado tem peso de 9,4g e possui um núcleo de chumbo coberto por uma jaqueta de metal (BASTOS,2018).

**Figura 1:** Dimensões do calibre 7,62 x 51 mm.



## (\* ) Velocidade e energia a uma distância de 25 m

Atualmente o Brasil utiliza o fuzil FN FAL e sua versão com coronha rebatível Para-FAL, de origem belga, em larga escala, empregando sua munição 7.62 x 51 mm. Peso Projétil 9,3g (144 grains); Velocidade Inicial 38 m/s (2749ft/s); Energia 3275 J (2416ft.lbf); Quant. Mov. 7,8 kgf.m/s (BANDEIRA, 2019).

### 3.1.2. Balístico terminal

Estuda a interação entre o projétil e o alvo. Engloba as mecânicas da penetração, os efeitos de armadura, os padrões de fragmentos pulverizados e a letalidade associada e sobre pressão da explosão, os efeitos não letais e os efeitos nos tecidos vivos (FERNANDES,2019).

### 3.1.3 Balística de Efeitos

Estuda o comportamento dos projéteis quando estes embatem no alvo. Entre os vários desígnios que um projétil pode ter, destacam-se: a fragmentação do corpo do projétil, através da sua carga explosiva; a penetração ou perfuração do alvo, através da aplicação de energia cinética ou química; e a explosão na área do alvo, através da energia química da carga explosiva do projétil (FERNANDES,2019).

A Companhia Brasileira de Cartuchos (CBC), apresentou uma tabela que mostra as especificações técnicas dos calibres 7,62 mm bem como sua utilização recomendada:

**Tabela 1** - Balística do calibre 7,62mm (BARBOSA,2019).

PROJETIL		BALÍSTICA			UTILIZAÇÃO RECOMENDADA	
Tipo	Peso(gr)	Cod.	V(v/m)	E(joule)	Provete(cm)	
Comum	-	144	858	3.372	56	<i>Contra alvos não blindados e com blindados leves. Perfura uma chapa de aço SAE 1010 ou 1020 (dureza 55HRb-70 HRb) de 3,5mm à distância</i>
Comum	-	144	858	3.372	56	<i>Contra alvo não blindados</i>
Perfurante	-	147	838	3.345	56	<i>Contra alvos protegidos por blindagens leves, e alvos resistentes a projéteis comuns</i>
Traçante	-	135	840	3.087	56	<i>Operação e treinamento de pessoal com vantagem de poder ser visualizada a trajetória do projétil. Luminosidade total do traço: de 140 a 775m</i>
Tracer	-	139	858	3.243	56	<i>O traço do projétil é invisível a olho nu, sendo visível apenas com equipamento de visão noturna por infravermelho. Luminosidade total do traço: de 0 a 777m</i>
Festim	-	-			56	<i>Treinamento de pessoal ou tiros de salva</i>

Fonte: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/5672/1/6435.pdf>

Analisando os dados da tabela é possível observar que os tipos de projéteis são parecidos em relação a suas características, se diferenciando na utilização recomendada. O tipo de projétil a ser utilizado irá variar de acordo com a blindagem do alvo e a luminosidade que o ambiente externo apresenta, noturno e diurno (BARBOSA,2019).

Segundo CBC, Sistema imperial: Especificações do produto:

**Calibre:** 7,62 x 51mm; **Projétil:** Comum (NATO Ball); **Peso do Projétil (gr):** 144; **Peso do Projétil (g):** 9,330; **Armas:** As munições calibre 7,62 x 51mm são destinadas aos Rifles FN-FAL, FN-FALO, SIG, G3, HK e similares, além de metralhadoras FN-MAG, M-60, Rheinmetal e similares; **Utilização Genérica:** Contra alvos não blindados ou com blindagem leve; **Comprimento da Munição (mm):** 71,100; **Peso da Munição (g):** 24; **Velocidade a 24m (m/s):** 833; **Velocidade a 24m (pés/seg.):** 2,733; **Energia a 24m (J):** 3.237; **Tempo de Ação (m/s), <=:** 4; **Velocidade e Tempo de Ação à temperatura de (°C):** 21; **Temperatura de Serviço (°C):** -54 a +52; **Material Estojo:** Latão; **Espoleta Iniciadora:** Large Rifle Primer 9 ½; **Tipo de Espoleta Iniciadora:** Boxer (CBC).

Atualmente emprega-se, no Exército Brasileiro, em larga escala o fuzil FN FAL e o Para-FAL, que utilizam o calibre 7,62 x 51mm. Observa-se na Tabela 1 que essa munição empenna uma grande energia na grandeza de 3275 Joules, perfeitamente adequada à uma situação de operações convencionais. No entanto, em operações no ambiente urbano e na defesa do aquartelamento, a elevada energia dessa munição promove elevado riscos de danos colaterais, uma vez a possibilidade de transfixação do alvo é proporcional à sua energia e velocidade. Vejamos a seguir, na figura 2, umas das armas utilizadas (BANDEIRA, 2019).

**Figura 2:** Para-FAL modernizado no calibre tradicional 7.62x51 mm



Fonte: <https://www.defesanet.com.br/armas/noticia/22563/Os-calibres-atuais-e-seus-limites-de-emprego-em-Conflitos-Assimetricos/>

### 3.2. TRAJETÓRIA E VELOCIDADE

Segundo Pellegrini et al. (2017), qualquer arma é um meio para um fim, e esse fim é arremessar um projétil, em alta velocidade, em direção a um alvo.

Um projétil que sai do cano de uma arma com a velocidade inicial  $v_0$ , desacelera na subida por causa da gravidade e acelera enquanto cai, até atingir o solo; a velocidade final é menor do que a inicial por causa da perda de energia pela

resistência do ar (durante a subida essa perda de energia diminui a altura final atingida pelo projétil) (JUNIOR,2017).

O cartucho NATO de 7,62 × 51 mm possui um desempenho balístico muito próximo do 30-06 Springfield M1906. Os propelentes modernos permitem um desempenho similar de com menos capacidade de carga. O estojo mais curto permite uma ligeira redução no tamanho e peso das armas de fogo que o abrigam e uma melhor ciclagem em armamentos automáticas e semiautomáticas. O 30-06 Springfield M1906 pesava 26,1 gramas (403 gr), e o 7,62 × 51 milímetros NATO M80 pesa 25,4 gramas (392 gr).

O 7,62mm proporciona a tropa que o emprega um poderio ofensivo muito grande, os caçadores também utilizam largamente esse tipo de munição, seu peso lhe confere uma maior precisão no tiro (JUNIOR, 2018). Vejamos abaixo, alguns dados acerca do alcance da munição de calibre 7,62mm.

**Tabela 2:** Alcances da munição calibre 7,62mm.

<b>MUNIÇÃO CALIBRE 7,62MM</b>	
Alcance útil	Alcance máximo
600m	3800m

Fonte: Junior,2018.

**Tabela 3:** Característica do projétil 7,62x51 mm (DRESCH et al, 2011).

<b>PROJETIL</b>				
<b>CALIBRE</b>	<b>Tipo</b>	<b>peso(g)</b>	<b>velocidade*(m/s)</b>	<b>Energia* (J)</b>
7,62x51 mm ETTP	COMUM	9,33	359	3276

Legenda: (\*) Velocidade e energia a uma distância de 25 m.

Fonte: Companhia Brasileira de Cartuchos: 2011

Vejamos a seguir uma tabela com indicadores de peso e velocidade do calibre 7,62mm:

**Tabela 4:** Características da Munição 7,62mm

<b>Munição Cal. 7,62mm</b>	<b>Projétil (Peso em grains)</b>	<b>Balística V (m/s)</b>
Comum	144	838
Perfurante	147	838

Perfurante com núcleo de metal duro AP-HC	128	840
Traçante	135	838
Incendiária	145	838

**Fonte:** Junior,2018.

O 7,62 x 51mm traçante contra alvos não blindados e treinamento de pessoal com a vantagem de poder ser visualizada a trajetória do projétil. O traço apresenta luminosidade total entre 140 e 775m da boca da arma, sendo escuro ou invisível até pelo menos da saída do cano (CBC,2018).

**Figura3:** Projéteis.



**7,62 x 51 mm.**

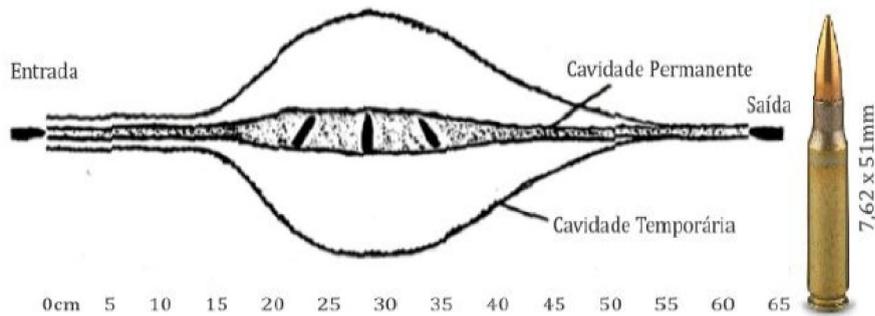
**Fonte:** <http://armabellica.com.br/762-x-51-mm/>

Em um cano de 530 mm, o 7,62 mm OTAN gera uma energia de 300 kgf.m a uma velocidade de 850 m/s. O projétil mais usado é o de chumbo encamisado com cobre de 147 grains. Devido à sua massa e velocidade, o projétil não sofre tanta interferência de ventos laterais. A sua trajetória não é tão plana. Desta forma, o soldado precisa fazer maiores graduações de mira para distâncias diferentes, mesma que a diferença seja pouca porque o projétil faz um arco em sua trajetória (ANDRE,2018).

**Figura 4:** Efeito em gelatina balística de munição 7,62 x 51 mm

## Efeito em Gelatina Balística

7,62 X 51mm



**Fonte:** Pereira,2019

Na Tabela 5, apresentam-se os resultados medidos para o projétil da munição 7,62 x 51mm FMJ (NATO), com uma massa de 9,5g, disparado com a carabina FN FAL. A velocidade média dos projéteis a 10 metros foi de 818,6 m/s (min= 810 m/s; max= 823 m/s). A energia cinética média dos projéteis a 10 metros foi 3183,19 J (min= 3118,38 J; max= 3218,71 J).

**Tabela 5:** Dados numéricos FAL

<b>CALIBRE</b>	<b>7,62mm</b>
COMPRIMENTO	1,10m
PESO DO CARREGADOR VAZIO	250g
PESO DA ARMA COM CARREGADOR VAZIO	4.200 Kg
PESO DA PRESSÃO DO GATILHO	3,5 a 4,5 Kg
VELOCIDADE INICIAL DO PROJÉTEL	850 m/s
VELOCIDADE DO TIRO	Automático 120 tiros p/min

**Fonte:** Imbel.2019.

O comportamento dos projéteis, traduzido pela velocidade, pelo alcance, tensão da trajetória e pela precisão de tiro, dependem não só das características da arma, mas também da munição utilizada. Os efeitos dos projéteis nos materiais, e destes nos projéteis, depende também das características próprias dos projéteis, mormente a forma e a massa (FERNANDES,2019).

**Tabela 6-** V e Ec dos projéteis da munição 7,62x51mm FMJ

Disparo	V0	V10	V25	Ec0	Ec10	Ec25
1	825	817	804	3133,62	3169,9	3070,92
2	828	820	807	3255,31	3191,59	3095,33
3	832	823	811	3285,14	3218,71	3122,44

4	818	810	800	3178,03	3118,38	3039,74
5	832	823	809	3289,21	3217,35	3110,24

**Fonte:** Fernandes, 2019.

O projétil do 7,62 mm OTAN necessita de uma distância ideal para se estabilizar. A 50 metros o poder penetrador é baixo e não consegue penetrar um saco de areia. À medida que vai aumentando a distância da boca do cano, o projétil vai se estabilizando. Em áreas urbanas, as distâncias raramente excedem os 200 metros, de tal ordem que prejudica o poder de penetração. A distância entre 500-700 metros forma a distância ideal de penetração (ANDRE, 2018).

O coeficiente balístico mede a capacidade do projétil de manter a velocidade e resistir ao vento, e, quanto mais alto esse coeficiente, mais resistente é o cartucho. A figura abaixo compara o desempenho do calibre 7,62 disparado de um cano de 24 polegadas (61 cm) a uma distância de 600 jardas (548,6 metros), com condições ambientais de 70° F (21.11° C), 50% de umidade, de uma elevação de 50 pés (15,24 m) acima do nível do mar, usando um cartucho Lapua Scenar de 6,5 mm e 123 gr (AVERY, 2012).

**Tabela 7:** Desempenho 7,62x51mm.

(Distância de 600 jardas [548,64 m])	7,62 OTM da OTAN
Velocidade em pés por segundo (metros por segundo)	1.666 (507,79)
Energia Ft/lbs. (pés/libras)	1079
Queda (centímetros)	-246,25
Jardas (metros) Máximas Supersônico	1.075 (982,98)
Recoo em libras (quilogramas)	17,24 (7,82)

Observação: OTM = Open Tip Match Projectile (Projétil Open Tip Match)

**Fonte:** [https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/militaryreview/Archives/Portuguese/Military\\_Review\\_20121031\\_art010POR.pdf](https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/militaryreview/Archives/Portuguese/Military_Review_20121031_art010POR.pdf)

Estudos comprovaram que uma munição a uma velocidade superior a 800m/s tratando-se de um projétil “spitzer” (projétil pontudo) contendo no seu interior duas cargas compostas por um núcleo de chumbo (ou liga de cobre) e um penetrador em aço, ao atingir tecidos vivos têm a tendência para desviar-se da trajetória original e atingido os 90° de inclinação, o stress sobre a bala ao percorrer um meio denso

(tecido) irá superar a integridade estrutural da mesma e começará a fragmentar-se a começar pela zona da canelura, sendo que a produção de fragmentos será tanto maior quanto for a velocidade do projétil. Estes fragmentos podem dispersar-se através da carne e do osso causando ferimentos internos muito superiores ao diâmetro da bala (BARBOSA, 2017).

O calibre foi feito, por exemplo, para furar uma chapa de aço de 3,5 mm de espessura a 630 metros de distância com a mira da arma. Usando miras telescópicas e com treinamento, o projétil apresenta uma precisão de até 1.000-1.200 metros de distância. A penetração também tem valia. A 100 metros de distância, o 7,62 mm OTAN pode penetrar 7 cm de concreto de espessura ou um saco de areia de 15 cm de espessura (ANDRE, 2018).

**Tabela 8:** Relação da distância de impacto e respectiva energia cinética no momento de impacto (Universidade de Utah), 7,62mm NATO:

Energia cinética à boca do cano	3346 J
Energia a aproximadamente 90 metros (100 jardas)	2706 J
Energia cinética a aproximadamente 460 metros (500 jardas)	1225 J

Concluimos assim que, o projétil 7,62 mm consegue perfurar materiais mais densos, com uma rigidez superior e a distâncias mais afastadas. O calibre 7,62 mm é em quase tudo superior. Como tem maior massa, possui também uma maior densidade Seccional. O seu coeficiente balístico vai ser superior e com isto vai aumentar a sua capacidade para conservar a energia cinética. Consequentemente, vai também sofrer menos deflexão e vai obter maior efeito no respectivo alvo (PEREIRA,2010).

### 3.3.EFEITOS OCACIONADOS PELO DISPARO DO 7,62 X 51MM NOS DIFERENTES ALVOS.

Hoje, em conflitos urbanos é preciso neutralizar o inimigo mais rapidamente e a curtas distâncias, misturado à população e muitas vezes se confunde com ela. O tiro precisa ser realizado em menor tempo, e táticas para fazer isso, evitando causar baixas de civis e/ou danos desnecessários à localidade. Disparos contra alvos

múltiplos e fugazes e com maior precisão, para evitar danos colaterais. As distâncias foram drasticamente reduzidas (VASCONCELOS, 2015).

O poder de parada está relacionado ao momento (instante do impacto) do projétil e não a sua energia. Dessa maneira, deve-se dar “maior importância no calibre e peso do projétil e menor em sua velocidade” (OOTANI et al, 1984). Quando o projétil encontra um corpo, a energia deste vai sendo absorvida no trajeto. Dessa forma a “quantidade de lesão depende da quantidade de tecido requerido para dissipar sua energia liberada” (OLIVEIRA,2016).

Stopping Power, conhecido também como poder de parada ou poder de incapacitação de um alvo humano, é a capacidade de determinada munição em produzir o fenômeno da incapacitação imediata”. Isso é retirar o oponente de combate sem necessariamente matá-lo (JUNIOR,2018).

Está claro que, ao percorrer o interior do alvo humano e transfixá-lo, o projétil desestabiliza-se, uma vez que perde energia cinética, “trocada” com os tecidos corporais, podendo deformar-se em consequência do encontro com estruturas rígidas (p. ex: ossos) ou sofrer resistência do ar ou ação da gravidade, das condições climáticas etc. (MIRANDA,2014).

Os materiais, ao serem atingidos por um projétil, comportam-se de uma forma completamente diferente uns dos outros e assumem propriedades mecânicas muito díspares (Carlucci & Jacobson, 2008). Neste sentido, importa compreender de que forma os projéteis se comportam ao atingir diferentes tipos de materiais, assim como todos os fenômenos que ocorrem nos próprios materiais. Aliás, “quando um projétil atinge um alvo, tanto o projétil como o alvo podem deformar-se elasticamente, plasticamente, quebrar, queimar ou até mesmo explodir, dependendo da velocidade de impacto, formatos do projétil e do alvo, grossura do alvo e, ainda, das propriedades mecânicas do projétil e do alvo” (FERNANDES 2019).

A Divisão de Doutrina, Pesquisa e Avaliação do Centro de Instrução de Guerra na Selva, realizou testes comparando o calibre 7,62 x 51mm a um outro, nos quesitos letalidade e permeabilidade. No teste os calibres foram expostos a condições de tiro sobre árvores com diâmetros de 20 cm e 10 cm à uma distância de 10 m. Após os disparos, constatou que os dois calibres conseguiram atravessar o tronco, porém,

trocado o tipo de madeira por uma mais dura, apenas o 7,62 mm obteve êxito. Outro teste similar foi feito utilizando um boneco imitando um corpo humano que se encontrava a retaguarda da árvore. O impacto recebido, mesmo com o obstáculo à frente, foi considerado eficaz nos dois tipos de calibre, com a ressalva de que o 7,62 mm neutralizaria o inimigo enquanto o outro apenas o feriria e o retiraria de combate (BANDEIRA,2019).

O projétil gera um forte poder de parada em virtude de sua massa e não da sua velocidade. Ao contrário dos calibres leves e velozes, o efeito blow-up é menor com o 7,62 mm OTAN, que é a cavidade momentânea de quando o projétil acerta o tecido humano. Ao entrar no corpo, pela energia da massa do projétil, essa energia é irradiada ao redor dele, fazendo como se dentro do tecido humano uma esfera surgisse, como se fosse um buraco dentro do corpo. Esse é o efeito blow-up. Porém o 7,62 mm OTAN tem um poder mais penetrador, não tombando para os lados. O impacto é tão violento que é suficiente para derrubar o oponente, não necessitando de estilhaços ou tombamento interno (ANDRE, 2018).

O poder de perfuração dos calibres também foi testado em outros objetos. Para este teste foram utilizados uma parede de tijolos e um vidro balístico, representando possíveis obstáculos (construções) a serem encontrados na selva em posse do inimigo (BANDEIRA,2019).

**Tabela 9:** A Energia dos cartuchos 7,62mm

<b>Tipo de munição calibre 7,62mm</b>	<b>Energia em Joules do cartucho</b>
Comum	3276
Perfurante	3345
Perfurante com núcleo de metal duro AP-HC	2928
Traçante	3072
Incendiaria M77	3276

**Fonte:** Junior,2018.

Devida a sua capacidade de transportar energia, a possibilidade de ocorrer transfixação de obstáculos e alvos é muito grande. Assim, seu emprego deve ser pesado e medido, analisando as condições da área de emprego, seu uso deixa de ser adequada em áreas de grande densidade demográfica, aglomeração de pessoas, centros comerciais e regiões verticalizadas (JUNIOR,2018).

Conforme a Figura 1. Este projétil possui massa nominal de 9,6g. A distância do Ensaio, constituído de estativa com provete de 7.62 mm, equipamento para a Medição da velocidade do projétil (“barreira ótica”), suporte de fixação do alvo e Placa testemunho. Foi ensaiado um alvo com dimensões de 500 mm x 500 mm x 8 mm, que foi submetido a 8 (oito) impactos distribuídos na superfície do mesmo, em Uma faixa de velocidade que variou entre um mínimo de 532 m/s e um máximo de 636 m/s.

#### .3.4. AÇÃO DO PROJÉTIL DO PROJÉTIL EM ALGUMAS ESTRUTURAS.

O superior coeficiente balístico do 7,62 NATO é muito útil em zonas com vastos campos de tiro, sobretudo para distâncias além dos 300 metros e também para derrotar obstáculos que o adversário possa usar para se proteger. Convém referir que em termos militares, mais concretamente nas questões do armamento ligeiro e seu potencial destrutivo, não existe nada excessivamente potente. Contudo e no respeitante ao trabalho policial, o uso do calibre 7,62mm, dada a sua capacidade de penetração, corre-se o risco de hiper penetração de um alvo, pelo que o seu uso tem de ser bem ponderado de modo a evitar-se danos colaterais indesejáveis (MACHADO,2012).

Ao nível da perfuração, o projétil SS-109 pode penetrar uma placa de aço NATO Standard com 3,45 milímetros de espessura a 640 metros de distância, contra 620 metros usando o projétil 7,62x51mm NATO. Os resultados de penetração num capacete de aço dos EUA são ainda mais impressionantes, o SS-109 consegue obter uma penetração até aos 1300 metros, contra 800 metros do projétil 7,62 x 51mm NATO (MACHADO,2012).

**Tabela 10:** Relação de energia de impacto mínima do projétil 7,62 x 51mm, para penetrar diversos materiais (BARBOSA,2019).

Alvos	7.62mm
Combatente desprotegido	80J
Madeira de pinho de 229mm de espessura	200J
Veículo sem blindagem	150J
Capacete de aço	770J
Aço com 15mm de espessura	1800J
50mm de espessura	1500J
120mm de tijolo	3000J

Fonte: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/5672/1/6435.pdf>

O impacto da munição 7,62 mm, numa parede de tijolo de aproximadamente 10 cm houve a perfuração devido aos disparos terem sido efetuados a distâncias muito curtas. Assim podemos concluir, à partida, que a munição 5,56 mm é mais perfurante. Contudo, não é demais recordar que a munição 7,62 mm, devido ao seu coeficiente balístico superior, possui uma capacidade de conservação da energia cinética também superior. Isto atribui-lhe a capacidade de possuir uma energia cinética superior a uma distância mais afastada (PEREIRA,2010).

Podemos dizer simplesmente que o calibre 7,62 é demasiado potente e ao mesmo tempo não tem uma performance suficiente para fazer o que, por exemplo, o 5,56 x 45mm faz. O 7,62 x 51mm tem um projétil com desenho adaptado para as médias distâncias (300 a 800m), que é demasiado pesado e por isso necessita de muita pólvora para a propulsão para fora do cano e isso implica sacrifícios. Não tem velocidade suficiente para o peso que tem, o que o impede de conseguir penetrar certas proteções balísticas; Munição pesa demasiado (cerca de 20 grama, se o militar levar 200 munições são 4Kg) (SANTOS et al, 2018).

**Figura 5:** Impactos de munições 5,56 mm e 7,62 mm, respectivamente, numa parede de tijolo de aproximadamente 10 cm



**Fonte:** BANDEIRA (2019, p.28)

**Figura 6:** Impactos de munições 5,56 mm e 7,62 mm, respectivamente, em vidros balísticos.



**Fonte:** BANDEIRA (2019, p. 29).

Como verificado nas imagens, o calibre 5,56 mm, apesar de perfurar os obstáculos, continua obtendo resultado inferior ao 7,62 mm.

Um estudo sobre o impacto e efeito da munição sobre o alvo como princípios de seleção de armamento e munição é um tema de fundamental importância para os componentes das tropas de cavalaria, integrantes das unidades de carros de combate, pois com o elevado nível de tecnologia embarcada e com a velocidade com que ocorre a evolução das técnicas de combate, sendo de fundamental importância conhecermos a letalidade, frente a uma possível ameaça contra a soberania nacional (ALVES,2016).

São bem conhecidos os efeitos dos projéteis 7,62 NATO. Este calibre apresenta um coeficiente balístico bastante superior e é capaz de alcançar o dobro da distância da munição 5,56 NATO. Contudo e comparativamente com a munição 5,56 NATO, estas últimas por vezes conseguem perfurar materiais que o 7,62 NATO não consegue, exemplo disto são as placas de polietileno usadas em coletes anti bala (recordar que o projétil 5,56 NATO dispõe na sua parte posterior de um penetrador em aço). Obviamente se testássemos um projétil 7,62mm com as mesmas características do SS109 os resultados seriam obviamente outros (MACHADO,2012).

O desenvolvimento de blindagens balísticas mais eficientes e adequadas aos diferentes cenários de guerras e guerrilhas do mundo atual é de total interesse do Exército Brasileiro, pela necessidade de utilizar sistemas de proteção eficientes aos diferentes tipos de calibres, como por exemplo, 0,22 e 0,38 mm que possuem baixas velocidades de impacto (800 m/s). Outro fator importante que também deve ser levado em consideração é que calibres mais pesados como de fuzis deixaram de ser exclusividade das forças armadas e passaram a ser usadas ilegalmente (CRUZ,2015).

### 3.4.1 Fibras

Para projéteis de alta energia, como 7,62 mm, materiais de alta resistência são necessários, mas, individualmente, estes utilizam-se de placas relativamente espessas, diminuindo a mobilidade do combatente, em sua pesquisa, os laminados de tecido de aramida só conseguem conter os projéteis 7,62 mm (velocidade de impacto ~850 m/s) em espessuras da ordem de 50 mm (96 camadas). Observou-se uma mudança de mecanismo de falha com o aumento da espessura, de forma que em espessuras abaixo de 20 mm, o projétil passa com facilidade, e acima de 37,5 mm, deformações e de laminações fazem com que regiões afastadas do laminado ajudem na captura do projétil. (BRAGA e Monteiro, 2016).

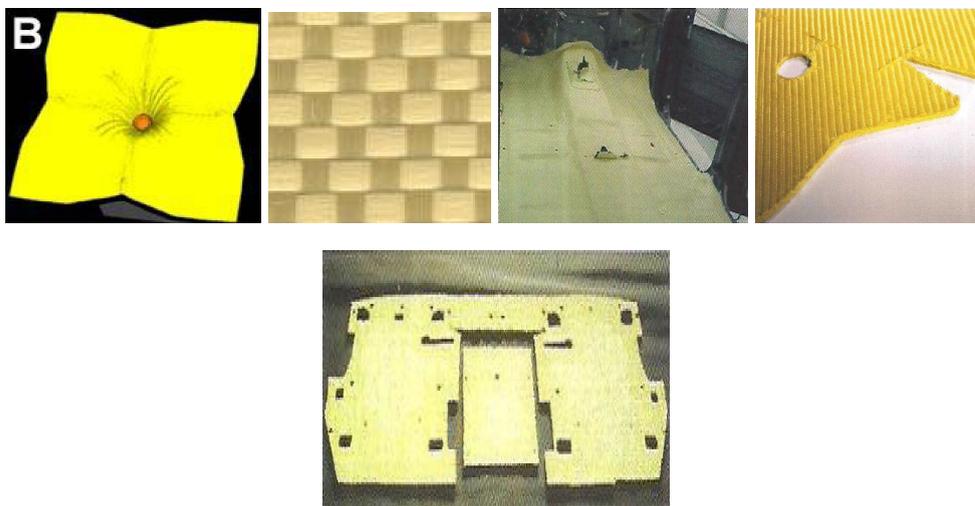
- Aramida (Kevlar -Dupont, Twaron -Teijin)

- UHMWPE (Dyneema, Spectra Shield)

É a sigla em inglês para Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular.

- Fibra de Vidro S-2

**FIGURA 7:** Fibras.



Fonte: <http://www.bcatextil.com.br/insert.asp>

Através de desenvolvimento empregado em sua construção também é usada na proteção contra fragmentos lançados por granadas de mão.

**Figura 8:** Coletes Balísticos e Proteção.

**Classificação de coletes balísticos pelo nível de proteção** **APRA**  
De acordo com a norma NIJ0101.04 **WWW.APRAPR.ORG.BR**

NÍVEL DE PROTEÇÃO	TIPO DE MUNIÇÃO calibres	CARACTERÍSTICA DA MUNIÇÃO				CONDIÇÕES DE USO
		Peso		Velocidade		
		g	gr.	m/s	ft/s	
NÍVEL IIA	9 mm FMJ RN	8.0	124	341	1120	<b>USO PERMITIDO</b>
	.40 S&W fmj	11.7	180	322	1055	
NÍVEL II	9 mm FMJ RN	8.0	124	367	1205	
	.357 MAG JSP	10.2	158	436	1430	
NÍVEL IIIA	9 mm FMJ RN	8.2	124	436	1430	
	44 MAG JHP	15.6	240	436	1430	
NÍVEL III	7.62 mm NATO FMJ	9.6	148	838	2780	<b>USO RESTRITO</b> Somente para o Exército
NÍVEL IV	.30 M2 AP	10.8	166	869	2880	

ACP = Automatic Colt Pistol / FMJ = Full Metal Jacket / JHP = Jacketed Hollow Point / JSP = Jacketed Soft Point / LR = Long Rifle / LRN = Lead Round Nose / PP = Partial Penetration / RN = Round Nose / S&W = Smith & Wesson / SJHP = Semi Jacketed Hollow Point / SJSP = Semi Jacketed Soft Point / g = gramas / m/s = metros por segundo / gr = grans (quantidade de pólvora em um cartucho) / ft/s = foot per second

Fonte: <http://www.defenshield.com/pdf/NIJ010104.pdf>

**Figura 9:** Níveis de Blindagem e armamentos.

NÍVEIS DE BLINDAGEM	PROJÉTEIS	ARMAMENTO	TIPO DE MUNIÇÃO	VELOCIDADE REFERÊNCIA	PROTEÇÃO ADICIONAL
III			7,62 x 51 FMJ (.308 - Winchester)	838 +/- 15 m/s	Stand Alone
III			7,62 x 39 mm FMJ Soft Core	716 +/- 15 m/s	Stand Alone
III			5,56 x 45 mm M193	990 +/- 15 m/s	Stand Alone

Fonte: <http://www.bcatextil.com.br/insert.asp>

**Figura 10:** Impacto nas placas de proteção balística



Fonte: <http://www.bcatextil.com.br/insert.asp>

### **3.4.1. Penetração em vidros**

Harper (1939) refere que algumas consequências deste processo são antecipadas, nomeadamente: deformação do projétil, perda de energia e ímpeto e deflexão do projétil. Heard (2008) declara que existe uma ideia generalizada de que os projéteis sofrem um desvio significativo da sua trajetória depois de penetrarem em vidro. Contudo, pela sua experiência, este considera que depois de penetrarem em vidro, geralmente, os projéteis sofrem apenas um pequeno desvio da sua trajetória (FERNANDES, 2019).

### **3.4.2. Penetração em metais**

Os metais apresentam a maior resistência à penetração, mas possuem frequentemente pouca espessura. Os metais possuem uma propriedade muito diferente de materiais como pedra ou betão - a ductilidade ou maleabilidade - ou seja, a capacidade de se deformar antes de fraturar (FERNANDES, 2019).

**Apesar da alta densidade, o aço ainda é o material mais utilizado para blindagens, Pois agrega propriedades mecânicas, balísticas e**

características

microestruturas

Fundamentais para

proteção a um custo

acessível

Apesar da alta densidade, o

aço ainda é o material mais

utilizado para blindagens,

Pois agrega propriedades

mecânicas, balísticas e

características

microestruturais

Fundamentais para

proteção a um custo

acessível

Apesar da alta densidade, o

aço ainda é o material mais

utilizado para blindagens,

Pois agrega propriedades

mecânicas, balísticas e

# características microestruturais fundamentais para proteção a um custo acessível

O aço embora muito denso, ainda é bastante utilizado para blindagens, por suas propriedades mecânicas, balísticas e características microestruturais fundamentais para proteção, além do custo acessível, porém, segue em estudos para aprimoramento, já que ocorrem fraturas quando impactadas pelo calibre 7,62 x 51mm (OLIVEIRA et al, 2017).

O calibre foi feito, por exemplo, para furar uma chapa de aço de 3,5 mm de espessura a 630 metros de distância com a mira da arma. Usando miras telescópicas e com treinamento, o projétil apresenta uma precisão de até 1.000-1.200 metros de distância. A penetração também tem valia. A 100 metros de distância, o 7,62 mm OTAN pode penetrar 7 cm de concreto de espessura ou um saco de areia de 15 cm de espessura.

Em um estudo do comportamento do projétil em viaturas nos mostra que os disparos foram efetuados contra uma viatura ligeira de passageiros, com a estrutura metálica do habitáculo intacta, cujas características constam da Tabela 11, e cujo aspeto exterior pode ser observado na Figura11 (FERNANDES,2019).

**Tabela 11** – Características técnicas da viatura.

Marca	Modelo	Ano	Comprimento	Largura	Altura	Massa	Portas
-------	--------	-----	-------------	---------	--------	-------	--------

Fiat	Uno	1986	3690mm	1560mm m	1420mm	910 Kg	De chapa metálica não blindada
------	-----	------	--------	-------------	--------	--------	--

**Figura 11-** Vista da parte lateral da viatura para onde foram realizados os disparos.



**Fonte:** Fernandes, 2019

**Tabela 12:** Ação do projétil nas portas do veículo em diferentes ângulos.

Disparos	Arma	Munição	Distancia	Ângulo de incidência	Perfurou a porta? 1ª	Perfurou a porta? 2ª
1	FN FALL	7,62x51mm FMJ	10 m	90°	SIM	SIM
1	FN FAL	7,62x51mm FMJ	10 m	45°	Sim	Sim

**Fonte:** Fernandes, 2019

**Tabela 13:** Dimensão e formato dos orifícios.

Disparo	Arma	Munição	Distância	Ângulo de incidência	Orifício de entrada	Orifício de saída (la)	Orifício de saída (Co)	Formato
1	FN FAL	7,62x51mm FMJ	10 m	90°	7mm	7mm	18mm	Oval
1	FN FAL	7,62x51mm FMJ	10 m	45°	9mm	10mm	20mm	Ogival

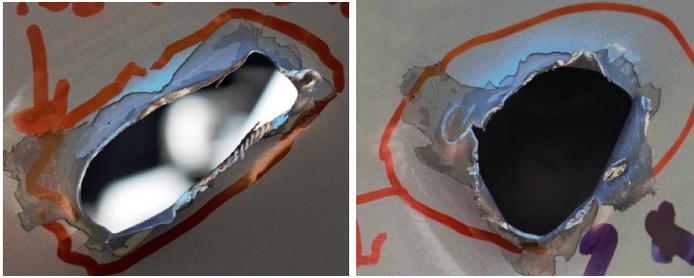
**Fonte:** Fernandes, 2019

**Tabela 14:** Largura e comprimento médios dos orifícios de saída.

Arma	Munição	Distância	Ângulo de incidência	Massa (g)	Velocidade (m/s)	Orifício de saída (La)	Orifício de saída (Co)
FN FAL	7,62x51mm FMJ	10 m	90°	9,47	827,03	16mm	30mm

Fonte: Fernandes, 2019.

**Figura 12:** Orifício de saída provocado por projétil da munição 7,62x51mm FMJ.



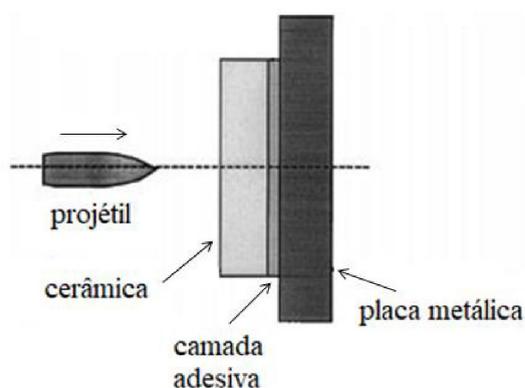
Fonte: Fernandes, 2019.

Em um ensaio balístico realizado com munição 7,62 x 51mm perfurante (7,62 Pf). Projétil de massa 9,6g. A distância do provete até o alvo foi de 15m com 0° de obliquidade. O dispositivo utilizado no ensaio, constituído de estative com provete de 7,62 mm, equipamento para a medição da velocidade do projétil (“barreira ótica”), suporte de fixação do alvo e placa testemunho. Foi ensaiado um alvo com dimensões de 500mm x 500mm x 8mm, que foi submetido a 8 impactos distribuídos na superfície do mesmo, em uma faixa de velocidade que variou entre um mínimo de 532m/s e um máximo de 637m/s (OLIVEIRA et al, 2017).

### 3.4.3. Penetração em cerâmicas

As blindagens cerâmicas geralmente são formadas por uma camada de cerâmica apoiada a uma placa de metal (uma liga de alumínio ou aço) ou um polímero reforçado com fibra (CROUCH; KESHARAJU; NAGARAJAH, 2015), conforme mostrado na Figura 9 (POLLA, 2017).

**Figura 13:** Blindagem mista cerâmica/metal.



Fonte: Zaera et al., 2000.

A primeira camada da blindagem é composta pela placa cerâmica e recebe o impacto inicial do projétil. O material cerâmico é utilizado devido sua dureza e tem como função desgastar a ponta do projétil e fragmentá-lo, dissipando grande parte de sua energia cinética, melhorando assim a distribuição da pressão do impacto sobre a segunda camada. Nos primeiros instantes do impacto balístico a maior parte da energia cinética é dissipada na erosão do projétil (10-15%) e pelos detritos de cerâmica ejetados, o processo de fratura da cerâmica absorve uma pequena quantidade de energia (~0,2%). A segunda camada, por sua vez, tem como objetivo absorver a energia cinética residual (20-40%) do projétil e da própria cerâmica, suportando as tensões de compressão que são transferidas para a cerâmica após o impacto, contendo os fragmentos de projétil e cerâmica e também evitando deformações excessivas garantindo assim a integridade do sistema protegido (POLLA,2017).

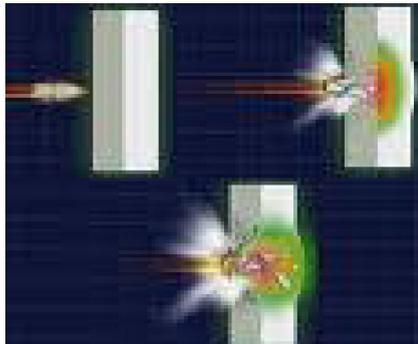
A função da cerâmica na blindagem compósita é, devido a sua elevada dureza, erodir a ponta do projétil, reduzindo, desta forma, o seu poder de penetração (BCA,2019). Diferentes materiais cerâmicos são comumente usados para proteção balística, dentre eles, estão o óxido de alumínio (alumina -  $Al_2O_3$ ), o carbetto de silício, o carbetto de boro, assim como, nitretos e boretos (LUZ,2014).

O mecanismo de penetração do projétil em materiais cerâmicos e metálicos é significativamente diferente, enquanto que a armadura metálica absorve a energia do impacto através de deformação plástica, a blindagem cerâmica, por sua vez, absorve essa energia através da formação de fraturas (MEDVEDOVSKI, 2010). Wilkins (1978) estudou a penetração e características de perfuração do sistema

alumina / alumínio utilizando projéteis de 7,62 mm. Ele demonstrou que a formação de um conjunto de trincas, que apresenta um aspecto de cone é o principal mecanismo de dano para uma blindagem composta (POLLA,2017).

A função da cerâmica na blindagem compósita é, devido a sua elevada dureza, erodir a ponta do projétil, reduzindo, desta forma, o seu poder de penetração (BCA,2019). Diferentes materiais cerâmicos são comumente usados para proteção balística, dentre eles, estão o óxido de alumínio (alumina -  $Al_2O_3$ ), o carbeto de silício, o carbeto de boro, assim como, nitretos e boretos (LUZ,2014).

**Figura 14-** Comportamento do projétil 7,62 x 51mm em placa de cerâmica.



Fonte:BCAtextil.com.br

Penetração e características de perfuração do sistema alumina / alumínio utilizando projéteis de 7,62 mm. Ele demonstrou que a formação de um conjunto de trincas, que apresenta um aspecto de cone (Figura 10) é o principal mecanismo de dano para uma blindagem composta.

**Figura 15:** Cone de fraturas em blindagem cerâmica.



Fonte: Gonçalves et al., 2004.

Conforme Gonçalves et al. (2004) o mecanismo de impacto balístico ocorre em dois estágios: O primeiro estágio é caracterizado pela destruição da ponta do projétil e formação do cone de fratura, sem ocorrer a penetração na cerâmica. Durante a formação do cone, a cerâmica e a base da blindagem não se movem e a velocidade de penetração é nula. No segundo estágio, o projétil penetra na blindagem e as trincas se propagam espalhando lateralmente os fragmentos de cerâmica. No último estágio, a base deforma-se plasticamente para absorver a energia cinética residual do projétil (POLLA, 2017).

A avaliação do desempenho de uma proteção balística de uso do Exército e Forças Auxiliares segue padrões internacionais, como os estabelecidos pelo Instituto Nacional de Justiça dos Estados Unidos (NIJ – National Institute of Justice) que classifica a blindagem em diferentes níveis de acordo com o tipo de calibre que essa fornece proteção. A TAB.14 mostra os diferentes níveis de proteção ao impacto em função do calibre, da massa e da velocidade do projétil.

**Tabela 15** - Níveis de proteção.

NIVEL	CALIBRE	MASSA (g)	VELOCIDADE MIN. DO PROJÉTIL (m/s)
I	.22 LR	2,6	310
	.38 SPL	10,2	239
II-A	9 mm	8	320
	357 Mag	10,2	369
II	9 mm	8	343
	357 Mag	10,2	410
III-A	9 mm	8	411
	.44 Mag	15,6	411
III	7,62 x 51	9,7	823
IV	30-06	10,8	853

Fonte: Adaptado da NIJ 0101.04 (2000) (POLLA,2014).

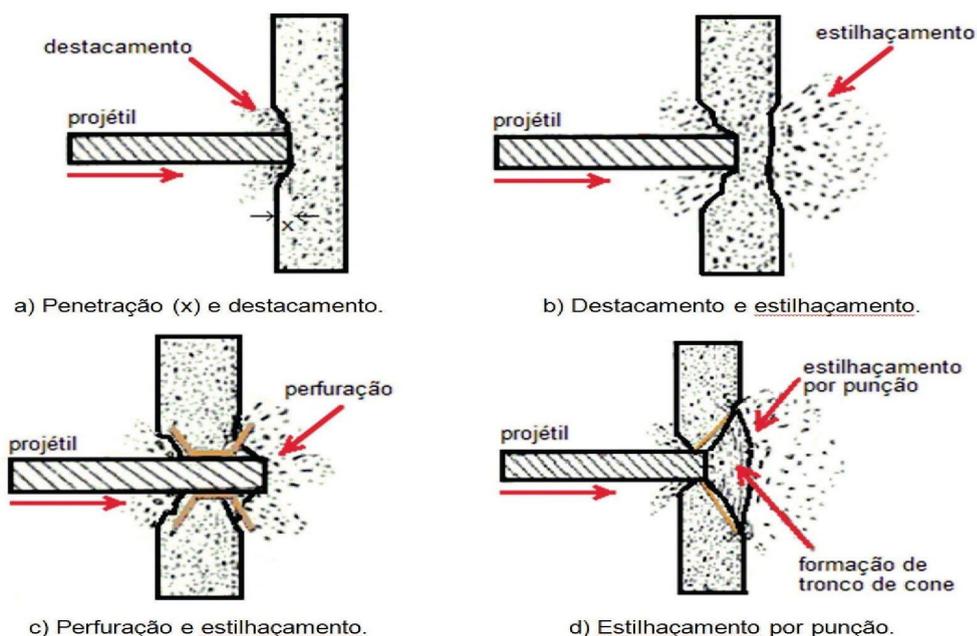
### 3.4.3. Penetração em concretos

Devido às guerras e aos conflitos, quer sejam urbanos ou não, tem-se buscado estudar a resistência de diversos materiais ao impacto balístico objetivando melhorar sua resistência e suas características. Um desses materiais é o concreto, que é um material muito usado na construção civil. O concreto sem fibras não apresentou resultados satisfatórios para os projéteis de maior calibre, pois não ofereceu qualquer tipo de segurança ao usuário deste concreto para fins de proteção

balística, sendo o concreto de alta resistência com fibras de aço uma eficiente alternativa para proteção balística (JUNIOR, 2012).

O estudo do comportamento de estruturas de concreto tem uma grande importância para os objetivos nacionais de defesa estabelecidos pela Política de Defesa Nacional (Brasil, 2005) e para as diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa (Brasil, 2008), pois grande parte das instalações físicas envolvidas nesses dois instrumentos legais é composta por estruturas de concreto (LEFONE et al, 2015).

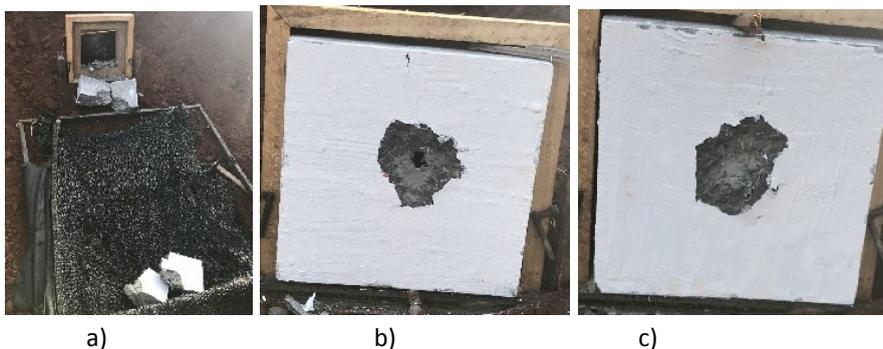
**Figura 16-**O mecanismo de penetração do projétil em alvos de concreto:



**Figura 11.** Danos locais em placas de concreto sob impacto balístico (BANDEIRA, 2019).

Em um estudo realizado por Tibúrcio et al, 2019, as placas atingidas por disparos de Fuzil 7,62 ( $E = 3372 \text{ J}$ ), a influência da fibra de aço na blindagem da placa foi clara (Figura 4). O exemplar sem fibras rompeu, o exemplar com um teor inferior de fibras foi perfurado e o exemplar com um teor superior de fibras sofreu apenas destacamento e escafição. As placas que foram confeccionadas, 4 delas não continham fibras de aço (SF), 4 delas continham um consumo de  $45 \text{ kg/m}^3$  de fibras de aço (CF-) e 4 delas continham um consumo de  $60 \text{ kg/m}^3$  de fibras de aço (CF+).

**Figura 17.** Placas SF01, CF01- e CF01+ atingidas pelo Fuzil 7,62.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A munição 7,62 mm, possui um alto coeficiente balístico, eficiente a distâncias (300-800m). Fornece penetração em uma placa de proteção pessoal balística de nível III, a uma distância não inferior a 600 metros com uma dispersão menor ou igual a 0,5 MOA. Penetração em vidro blindado de nível III a uma distância não menos de 600 metros com uma dispersão menor ou igual a 0,5 MOA. Penetração em uma parede de alvenaria de 30 cm de espessura em uma distância não inferior a 600 metros com uma dispersão menor ou igual a 0,5 MOA.

Devido ao seu alto poder de parada (stopping-power) e características letais, consegue parar uma pessoa ou uma viatura a uma distância considerável, ou para eliminar uma ameaça de bombista suicida a uma distância segura ou ainda para constituir uma base de fogos com capacidade de apoiar a progressão das tropas e suprimir as posições inimigas a uma distância superior. Trata-se de uma munição de alta potência, longo alcance e poder de perfuração.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A.O.M. **A expectativa de impacto e efeito sobre o alvo como princípios de seleção de armamento e munição: efetividade do leopard 1a5 br contra alvos comuns a um carro de combate**. Resende 2016.  
<https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/1/1165/1/3342%20MAUES%20ALVES%20C6.pdf> acessado em julho 2020.

ANDRÉ, A. **7,62 x 51 mm**. 2018. Disponível em:  
<http://armabellica.com.br/762-x-51-mm/> Acesso em julho DE 2020.

EVERY, J.P. **Um Exército com Armas Inferiores: A Física Exige uma Nova Arma Básica de Combate**. Setembro-Outubro 2012 • Military Review Disponível em: [https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/Portuguese/MilitaryReview\\_20121031\\_art010POR.pdf](https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/Portuguese/MilitaryReview_20121031_art010POR.pdf) acessado em julho 2020.

BANDEIRA, G.G. **Adequação dos calibres em operações de garantia da lei e da ordem e na defesa do aquartelamento**. Resende 2019. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/5687/1/6118.pdf> acessado em julho de 2020.

BARBOSA, F.M. **CONDOP para letalidade das pequenas frações: estudo sobre eficiência de calibres e armamentos atualmente disponíveis**. 2017. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/2839> acessado em julho de 2020.

BASTOS, L. A. (2018). **O emprego do fuzil nas operações em ambiente urbano no Rio de Janeiro: Uma análise balística dos calibres 5,56 mm e 7,62 mm**. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/4479/1/Cap%20Inf%20Leonel%20Azevedo%20Bastos.pdf> acessado em maio de 2020

BRAGA, F. de O; LIMA JR, E.P.; MONTEIRO, S. N. **Efeito da espessura em laminados de tecido de aramida submetidos ao impacto balístico com munição 7,62 mm**. 2016. Disponível em: <http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/217-003.pdf> acessado em julho de 2020.

CARVALHO, E.A.; CARVALHO, R.A. **Novo Calibre Padrão para os Fuzis da OTAN. Os calibres atuais e seus limites de emprego em Conflitos Assimétricos**. 2016. Disponível em <http://www.defesanet.com.br/armas/noticia/22563/Os-calibres-atuais-e-seus-limites-de-emprego-em-Conflitos-Assimetricos/> acessado em mai 2020.

CBC. Companhia Brasileira de Cartuchos. **Defesa e Segurança**. 2019. Disponível em: [https://www.cbc.com.br/wp-content/uploads/2019/09/AF\\_Catalogo\\_Defesa\\_CBC\\_02.pdf](https://www.cbc.com.br/wp-content/uploads/2019/09/AF_Catalogo_Defesa_CBC_02.pdf) acessado em julho de 2020.

CRUZ, R.B. **Avaliação do comportamento balístico de blindagem multicamadas com compósitos de epóxi reforçados com fibras ou plaquetas de bambu**. Rio de Janeiro 2015 disponível em [http://www.ime.eb.mil.br/arquivos/teses/se4/cm/Dissertacao\\_Renato\\_2015.pdf](http://www.ime.eb.mil.br/arquivos/teses/se4/cm/Dissertacao_Renato_2015.pdf) acesso julho 2020.

DRESCH, B. A.; TUTIKIAN, B.F. (2011). **Desenvolvimento de placas balísticas com diferentes tipos de concretos**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/339198778\\_desenvolvimento\\_de\\_placas\\_balisticas\\_com\\_diferentes\\_tipos\\_de\\_concretos](https://www.researchgate.net/publication/339198778_desenvolvimento_de_placas_balisticas_com_diferentes_tipos_de_concretos) acessado em julho 2020.

FERNANDES, J. P. F. (2019). **Balística terminal: estudo do comportamento de projéteis na estrutura de viaturas**. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/30333/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final%20Jo%C3%A3o%20Fernandes.pdf> acessado em maio de 2020.

JÚNIOR, O. A. (2017). **Um estudo sobre o movimento dos projéteis balísticos e sua trajetória**. Blücher. Disponível em: <https://www.blucher.com.br/livro/detalhes/um-estudo-sobre-o-movimento-dos-projeteis-balisticos-e-sua-trajetoria-1308/fisica-110> acessado em julho de 2020.

JUNIOR, F.L.M. **Concreto armado reforçado com fibras sob cargas de impacto para a segurança de vias públicas**. Rio de Janeiro 2012 disponível em: <http://transportes.ime.eb.br/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20CAP%20MAGALH%C3%83ES.pdf> acessado em julho de 2020.

JÚNIOR, A.M.S. **As diferenças entre as munições 7,62x39mm e 5,56x45mm: no emprego em conflitos assimétricos**. 2018. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/3553/1/TCC%20Cad%205243%20Ailton%20J%C3%BAnior.pdf> acessado em julho 2020.

LEFONE, R.C.; CARNEIRO, L.A.V.; TEIXEIRA, A.M.A.J. **Concretos especiais para blindagem de estruturas de defesa**. Rio de Janeiro.2015. Disponível em: [http://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT\\_3\\_tri\\_2015/RMCT\\_282\\_E2B\\_15.pdf](http://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT_3_tri_2015/RMCT_282_E2B_15.pdf) acessado em agosto 2020.

LUZ, F.S. **Avaliação do comportamento balístico de blindagem multicamada com compósito de epóxi reforçado com fibra de juta**. Rio de Janeiro 2014. Disponível em: [http://www.ime.eb.mil.br/arquivos/teses/se4/cm/Dissertacao\\_Fernanda\\_Santos\\_da\\_Luz.pdf](http://www.ime.eb.mil.br/arquivos/teses/se4/cm/Dissertacao_Fernanda_Santos_da_Luz.pdf) acessado em julho de 2020.

MACHADO, M. **Calibre 7,62mm versus 5,56mm** Set/2012. Disponível em: <http://www.operacional.pt/calibre-762mm-versus-556mm/> acessado jun 2020.

OLIVEIRA, S. S., SOUZA, E. R. S., WEBER, R. P., SUAREZ, J, C, M. **Caracterização de um aço de alta dureza, após o ensaio balístico com projétil 7.62 pf\***.2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/320119872\\_CHARACTERIZACAO\\_DE\\_UM\\_ACO\\_DE\\_ALTA\\_DUREZA\\_APOS\\_O\\_ENSAIO\\_BALISTICO\\_COM\\_PROJETIL\\_762\\_PF](https://www.researchgate.net/publication/320119872_CHARACTERIZACAO_DE_UM_ACO_DE_ALTA_DUREZA_APOS_O_ENSAIO_BALISTICO_COM_PROJETIL_762_PF) acessado em maio de 2020.

OLIVEIRA, G.F. **Uso da balística forense na elucidação de crimes**. V.2,n.1 2016. Disponível em: <https://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/view/143> acessado em julho de 2020.

PEREIRA, G. B. **Munições utilizadas pelas forças armadas e de segurança**. Resende 2019. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/5510/1/6344.pdf> acessado em julho de 2020.

PEREIRA, N.M.V. **Os Calibres das Armas Ligeiras de Infantaria – Potencialidades e adequabilidade dos calibres 7,62NATO e 5,56NATO às missões contemporâneas**.2010. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/6918?locale=en> acessado em julho de 2020.

POLLA, M. B.; FABRIS, D. C. N.; JUNIOR, A. De N.; MONTEDO, O. R. K. **Desempenho balístico de estruturas multicamadas à base de alumina/epóxi.** *Cerâmica*, São Paulo, v. 65, n. 374, p. 207-215, June 2019.

Disponível

em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-69132019000200207&lng=en&nrm=isso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132019000200207&lng=en&nrm=isso) access on 10 Aug. 2020. Epub June 06, 2019. <https://doi.org/10.1590/0366-69132019653742457>.

SANTOS, J.L. **Simulação de ensaio balístico dop.** Rio de Janeiro 2012. Disponível em: [http://www.ime.eb.mil.br/arquivos/teses/se4/cm/Dissertacao\\_Jheison.pdf](http://www.ime.eb.mil.br/arquivos/teses/se4/cm/Dissertacao_Jheison.pdf) acessado em julho de 2020.

SANTOS. CORTESÃO, J.; AIRES, J.; VERDADE, P.; CÉU, R. **Espingarda automática 5,56x45mm Vs 7,62x51mm.** *The Way of the Warrior (s)* Nº24 junho de 2018.

Disponível em:

<http://warriors.pt/wp-content/uploads/2018/06/Revista-Warriors-n%C2%BA24-308-vs-223.pdf> acessado em 08 jun 2020.

TIBÚRCIO, G.D.; PEREIRA, A.V.; BUENO, J.R. **Análise Experimental de Placas de Concreto Submetidas a Impacto de Projéteis em Alta Velocidade.** *ITA*, 24 a 26 SET de 2019. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/336588008\\_Analise\\_Experimental\\_de\\_Placas\\_de\\_Concreto\\_Submetidas\\_a\\_Impacto\\_de\\_Projetéis\\_em\\_Alta\\_Velocidade](https://www.researchgate.net/publication/336588008_Analise_Experimental_de_Placas_de_Concreto_Submetidas_a_Impacto_de_Projetéis_em_Alta_Velocidade) acessado em julho de 2020.

VASCONCELOS, C.J.R. **Armas de fogo & Autoproteção** – Porto Alegre Alcance, 2015. 216 p.:il. [Online]. Disponível em:

<http://www.impactustactical.com.br/images/downloads/livro/Armas-de-Fogo-Autoprote%C3%A7%C3%A3o.pdf> acessado em maio de 2020.