

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CMG MÁRCIO LEITE TEIXEIRA

MUNIÇÃO DE INFANTARIA PARA COMBATES EM AMBIENTES URBANOS

RIO DE JANEIRO

2007

CMG MÁRCIO LEITE TEIXEIRA

MUNIÇÃO DE INFANTARIA PARA COMBATES EM AMBIENTES URBANOS

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: CMG (FN-Ref) NEWTON PRADO

RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE GUERRA NAVAL

2007

RESUMO

Ao longo da recente história das armas de fogo, a tecnologia impôs grandes modificações ao armamento e à munição, cujos projetis, em última análise, são os portadores finais dos males e da destruição que se deseja infligir ao adversário, motivo pelo qual seu conhecimento e estudo possuem significativa relevância. A maior letalidade dos campos de batalha motivou, ainda na segunda metade do século XIX, o aparecimento de um conjunto de normas internacionais a serem aplicadas especificamente nas situações de guerra, inicialmente orientadas pela preocupação com o destino dos feridos em combate, e cuja evolução e ampliação veio a conformar o que hoje é conhecido como Direito Internacional dos Conflitos Armados. O potencial destrutivo da munição desenvolvida a partir do final do século XIX não só produziu ferimentos mais graves, como estendeu a destruição além do entorno imediato dos combatentes, atingindo inadvertida e indiscriminadamente aqueles que não estão envolvidos diretamente no confronto. No contexto de operações militares em área urbana, como em operações de paz ou operações de Garantia da Lei e da Ordem, a utilização de munição de características eminentemente militares, com projetis de elevado poder de transfixação e ricochete, pode tornar-se problemática, em função do risco que oferece à população civil. Dessa forma, um planejamento acurado deve levar em consideração não somente as armas a empregar, mas também o tipo de munição para fuzis de assalto, submetralhadoras e pistolas adequada para uso da Infantaria em ambiente urbano, que atenda os princípios do DICA e que tenha o desempenho esperado para armas de fogo em combate, de forma a contribuir para reduzir o risco para os não-combatentes sem comprometer a segurança da tropa ou o cumprimento da missão.

ABSTRACT

Throughout recent history firearms technology has imposed large modifications upon weapons and ammunition whose bullets, as a matter of fact, are the ultimate bearers of the harm and destruction meant to the opponent, reason why is significantly relevant to know and study their behavior. The enhanced battlefield lethality triggered, still in the second half of the 19th century, the appearance of an international set of rules on war situations, initially focused on the fate of soldiers wounded in combat, which evolved into the well known International Law on the Armed Conflicts, or just the Law of War (LOW). Besides, the increased destructiveness of the ammunition that has been developed since the closure of the 19th century produced not just more serious wounds, but cast destruction beyond the immediate vicinity of the combatants, hitting inadvertently in indiscriminating ways those who are not directly involved in the clash. In the context of military operations in urban areas, such as Peace Operations or Law and Order Vouch operations, using ammunition with military oriented characteristics, comprised of bullets with high transfixing and bouncing power, could be problematic in face of the threat it brings on the civilian population. An accurate planning should consider not only the infantry weapons to be used in urban areas, but also the adequate ammunition employed in assault rifles, submachine guns, and pistols that complies with the LOW principles and have the expected combat effectiveness, in order to contribute to lower the risks to non-combatants without jeopardizing troop's security or mission accomplishment.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|--|
| ACP | – <i>Auto Colt Pistol</i> |
| CICV | – Comitê Internacional da Cruz Vermelha |
| DICA | – Direito Internacional dos Conflitos Armados |
| ET | – Encamisado total |
| GLO | – Garantia da Lei e da Ordem |
| GR | – Grão, unidade de medida para pequenas massas equivalente a 0,05 gramas |
| HP | – <i>Hollow point</i> (relativo a projetis expansivos de ponta oca) |
| OTAN | – Organização do Tratado do Atlântico Norte |
| RII | – <i>Relative Incapacitation Index</i> |
| RSP | – <i>Relative Stopping Power</i> |
| SOFA | – <i>Status of Force Agreement</i> (Acordo de Situação da Força) |
| SP | – <i>Soft point</i> (relativo a projetis expansivos de ponta macia) |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – Bala Minie com detalhe da concavidade oca da base | 12 |
| FIGURA 2 – projétil encamisado total (ET) e cartucho esquemático | 14 |
| FIGURA 3 – cartucho tipo de fogo central e cartucho de fogo circular | 14 |
| FIGURA 4 – projétil de fuzil <i>Vetterli</i> com sua característica deformação pós-impacto | 21 |
| FIGURA 5 – perfil de ferimento causado por um projétil de fuzil <i>Vetterli</i> | 22 |
| FIGURA 6 – perfil de ferimento causado por um projétil de fuzil <i>Mannlicher-Carcano</i> | 23 |
| FIGURA 7 – projétil expansivo (dum-dum) e projétil de ponta oca | 25 |
| FIGURA 8 – projéteis expansivo e de ponta oca, com suas características deformações pós-impacto (forma de cogumelo) | 25 |
| FIGURA 9 – Um antropologista examina um crânio fragmentado por um projétil de alta velocidade na Fundação Guatemalteca de Antropologia Forense | 36 |
| FIGURA 10 – representação esquemática da onda de pressão sônica | 37 |
| FIGURA 11 – perfil do ferimento causado por projétil de ponta oca .38 pol especial | 40 |
| FIGURA 12 – perfil do ferimento causado por projétil 9 mm ET | 41 |
| FIGURA 13 – perfil do ferimento causado por projétil 7,62 mm OTAN | 67 |
| FIGURA 14 – perfil do ferimento causado por projétil 7,62 mm russo | 67 |
| FIGURA 15 – comparação entre os projéteis 7,62 mm OTAN de origem alemã e norte-americana e padrão de fragmentação dos projéteis 5,56 mm de 55 GR | 67 |
| FIGURA 16 – perfil do ferimento causado por projétil 7,62 mm expansivo | 68 |
| FIGURA 17 – imagem radiológica característica de nevasca de chumbo | 68 |
| FIGURA 18 – perfil do ferimento causado por projétil 5,56 mm 55 GR OTAN | 68 |
| FIGURA 19 – perfil do ferimento causado por projétil 5,56 mm 62 GR OTAN | 69 |
| FIGURA 20 – perfil do ferimento causado por projétil 5,45 mm russo | 69 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| 1 – Valores comparativos de densidade seccional | 20 |
| 2 – Valores comparativos das áreas de impacto dos calibres de armas de porte | 41 |
| 3 – Tabela comparativa entre RII e RSP | 66 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 | O PARADOXO DA BOA MORTE | 11 |
| 2.1 | A Era dos Rifles | 11 |
| 2.2 | Noções de Balística | 15 |
| 2.3 | O legado de Kocher | 20 |
| 2.4 | O Arsenal de Dum Dum | 23 |
| 2.5 | Lembranças de Solferino | 26 |
| 2.6 | Sobre mitos e fatos | 28 |
| 3 | BALÍSTICA TERMINAL | 32 |
| 3.1 | Grandes calibres, grandes cavidades | 32 |
| 3.2 | Poder de parada | 37 |
| 3.3 | Nevascas de chumbo | 43 |
| 4 | UTILIDADE MILITAR | 48 |
| 5 | CONCLUSÃO | 54 |
| | REFERÊNCIAS | 56 |
| | ANEXO A - Declaração de São Petersburgo de 1868 | 59 |
| | ANEXO B - Declaração sobre o uso de projetis que expandem ou achatam facilmente no corpo humano | 61 |
| | ANEXO C - Relatório do comitê sobre projetis de ponta oca | 63 |
| | APÊNDICE A - Tabela comparativa entre RII e RSP | 66 |
| | APÊNDICE B - Figuras complementares referentes ao comportamento dos projetis na balística terminal | 67 |

1. INTRODUÇÃO

O emprego de uma força militar profissional não pode prescindir de um planejamento minucioso, que considere os aspectos que restringem o uso da força propriamente dita em benefício de um maior controle sobre os elementos que possam precipitar uma crise ou promover sua escalada. Tais aspectos estão, de uma forma ou de outra, relacionados com o Direito Internacional dos Conflitos Armados (DICA), que é costumeiramente aceito pelos Estados para conter a brutalidade da guerra moderna dentro de limites considerados aceitáveis, ou seja, que não produzam destruição e mortes além da necessidade militar.

A utilização de armas de fogo é um assunto grave e que pode produzir morte. Todas as considerações a respeito devem ser bem pensadas e ponderadas, visto que os resultados da prática tendem a ser, via de regra, irreversíveis. Desta forma, um planejamento cuidadoso permitirá antecipar situações potencialmente perigosas para a tropa e para a população civil, de maneira a propiciar a escolha da munição adequada para fazer frente à ameaça, de forma proporcional e balanceada.

O propósito de qualquer confronto armado, aqui entendido como o enfrentamento de dois ou mais indivíduos em armas, é impor a vontade de uma parte sobre outra pelo uso da força. Apesar de que entre um grupo limitado de indivíduos, a imposição violenta da vontade pode ser obtida pelo simples emprego da força física, em confrontos de larga escala, que envolvem o Estado como um todo, a utilização de armamentos¹ é patente, daí a terminologia moderna de conflito armado para o fenômeno historicamente conhecido como guerra.

Claro está que a utilização violenta de qualquer tipo de arma usualmente causa danos físicos, eventualmente com ferimentos sérios, mutilações e morte, mas só após o advento das armas de fogo tais danos ganharam o potencial de se estender além do entorno imediato dos combatentes, atingindo inadvertida e indiscriminadamente aqueles que não estão envolvidos diretamente no confronto, como a população civil.

Ao longo do século XIX, houve um grande avanço tecnológico para as armas de fogo, que permitiu desenvolver armamentos de maior alcance, maior cadência de tiro, melhor precisão, mais fácil manuseio e melhor portabilidade. Tais características tornaram o armamento mais letal e fizeram surgir uma preocupação e uma consciência humanitária no

¹ Armamento – conjunto formado pela arma e por sua munição (MARINHA, 2005, p. 17-1)

sentido de criar normas e dispositivos para proteger os feridos e os doentes das Forças Armadas em campanha, uma vez que, em tais condições, eles já não poderiam mais contribuir para o esforço militar, o que tornaria seu continuado sofrimento não somente inútil, como supérfluo. A evolução e ampliação dessas normas veio a conformar o que hoje é conhecido como DICA.

É importante ter em mente que o DICA não surgiu para impedir a guerra, ou para conferir vantagens indevidas para qualquer uma das partes. Seu propósito básico é proteger aqueles que não tomam parte nos conflitos armados, como os civis, e aqueles que deixaram de tomar parte nas hostilidades, como os feridos, doentes, náufragos e prisioneiros de guerra. Para tanto, o DICA possui três princípios fundamentais que estabelecem que o direito de escolher meios e métodos de guerra não é ilimitado (Princípio da Limitação); que as partes em conflito buscarão distinguir, a todo momento, entre população civil e combatentes e entre bens de caráter civil e objetivos militares (Princípio da Distinção); e que o uso da violência deve ser proporcional à ameaça a enfrentar, de forma a evitar sofrimento e danos desnecessários aos envolvidos no combate (Princípio da Proporcionalidade).

Um dos ramos do DICA, conhecido como Direito de Haia, pretende justamente estabelecer limites para os meios e métodos de se fazer a guerra, e é nesse ramo que se enquadra um documento chave sobre o emprego de projetis pelas Forças Armadas em operações de guerra, que é a Declaração de Haia, de 1899.

Como via de regra, os Estados comprometem-se em respeitar o DICA em qualquer circunstância e a dar total cumprimento às suas disposições em todos os níveis de condução da guerra, além de que a ONU costuma utilizar seus dispositivos, *modus in rebus*, nas situações em que a força militar é empregada sob seu mandato, mesmo que não constituam um conflito armado em si, como nas operações de paz.

Dessa forma, no contexto de operações militares em ambiente urbano, ou de operações outras que não as de guerra, como a operação de paz que se desenvolve no Haiti, a utilização de munição de características eminentemente militares, com projetis de elevado poder de transfixação e ricochete, pode tornar-se problemática, em função do risco que oferece à população civil.

Alie-se a isso as situações domésticas, como nas operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO); ou no patrulhamento ostensivo de vias públicas próximas a instalações militares, quando autorizado; ou no serviço de sentinela armada em unidades vizinhas a áreas residenciais, entre outros, e o risco de causar ferimentos indesejados a civis pode dificultar o

exercício do Comando, motivo pelo qual um planejamento acurado deve levar em consideração não somente as armas a empregar, mas também o tipo de munição.

A responsabilidade do Estado pela proteção dos não-combatentes começa no preparo e aprestamento de suas forças, que devem estar equipadas em conformidade com o ambiente em que vão operar e com as ameaças que irão enfrentar, de acordo com os princípios fundamentais, de forma a reduzir os riscos de ferimento por arma de fogo para a população do país anfitrião, no caso das operações de paz; para a própria população, no caso de ações militares em território nacional; ou para as categorias de pessoas protegidas pelo DICA, no caso de guerra.

No entanto, como reduzir tal risco sem reduzir o poder letal do combatente, de forma a não comprometer o cumprimento da missão ou a segurança individual dos integrantes da tropa, na eventualidade em que a necessidade militar os leve a se envolver em confronto armado no transcurso das operações?

A utilização de armamento não-letal atende ao problema de forma incompleta, visto que seu emprego é adequado para o controle de distúrbios civis ou para subjugar oponentes desarmados, ou levemente armados, a curta distância, sem condições de se opor a um adversário de posse de uma arma automática a média ou longa distância.

Dessa forma, o presente trabalho pretende identificar qual o tipo de munição para fuzis de assalto, submetralhadoras e pistolas adequada para uso da Infantaria em ambiente urbano, em conformidade com os princípios do DICA e com o desempenho esperado para armas de fogo em combate, de forma a contribuir para preservar a responsabilidade do Estado e, em última análise, do Comandante, na proteção da população civil durante o transcurso de operações de caráter militar onde haja significativa incidência de não-combatentes, sem comprometer a segurança da tropa ou o cumprimento da missão.

Cabe ressaltar que, do ponto de vista militar, esta é uma abordagem inédita, sem que qualquer referência anterior possa ser apontada. Não obstante, a experiência de algumas forças policiais, que convivem com a questão do disparo de armas de fogo em ambiente urbano, aponta para uma solução semelhante àquela que o estudo pretende demonstrar. Para o tipo de abordagem utilizada, a metodologia empregada se valeu somente de pesquisa bibliográfica baseada em documentação indireta (livros e textos sobre balística, munição, ferimentos por armas de fogo e aspectos de Direito relacionados ao assunto).

2. O PARADOXO DA BOA MORTE

“Não há nada mais exaltante que ser alvejado sem conseqüências” Winston Churchill (*apud* DI MAIO, 1999, p. 65)

2.1 A Era dos Rifles

A Era dos Rifles é um período sem datas definidas que engloba o século XIX e marca o auge do rifle como instrumento de imposição da vontade militar. No seu transcurso, houve inúmeras inovações tecnológicas destinadas a aumentar o poder de fogo e a precisão do tiro nos campos de batalha, que culminaram com a própria modificação das táticas e das doutrinas para o emprego da Infantaria em combate e conduziram ao declínio da Cavalaria, em face do maior alcance e letalidade do armamento.

Um rifle é, por assim dizer, uma arma de fogo de cano longo, com alma raiada, concebida para ser disparada do ombro. Sua denominação vem do inglês *rifle* (raia) e também é conhecido como fuzil, uma palavra de origem francesa. Os canos raiados não são uma invenção moderna e existem desde o século XVI (ANSWERS, 2006), criados com a finalidade de proporcionar maior alcance e precisão a um projétil, em comparação a outro similar disparado de um mosquete de alma lisa.

Devido a suas características, os fuzis tiveram inicialmente uma aceitação maior entre os caçadores e só foram utilizados militarmente a partir da Revolução Americana, mesmo assim em pequena escala e com uma precisão média não superior a 100 metros (ANSWERS, 2006). O mosquete permanecia como a principal arma do infante basicamente pela maior facilidade de carregamento, o que corresponde dizer maior poder de fogo. Claro está que, devido a sua grande imprecisão, as táticas da infantaria requeriam que os homens combatessem ombro a ombro, de forma a garantir que houvesse uma incidência suficientemente grande de projetis sobre a área alvo. Na verdade, além de uma distância equivalente ao lançamento de uma pedra, com um mosquete era muito difícil atingir aquilo em que se apontava, razão pela qual era necessário recorrer ao fogo de saturação.

Apesar de o primeiro fuzil de carregamento pela culatra ter surgido em 1776 (ANSWERS, 2006), até o último quarto do século XIX, esse tipo de arma não era de uso corrente e a maior dificuldade na utilização de fuzis residia no lento e difícil processo de carregamento. Como o projétil devia se ajustar perfeitamente ao diâmetro da alma, de forma a

se amoldar às raias na ocasião do disparo, um atirador perdia algum tempo ao carregá-lo pela boca e forçá-lo cano abaixo. Com cadência de tiro de aproximadamente um terço a de um mosquete, o valor militar do fuzil ficava bastante comprometido.

A inadequação da munição para rifles permaneceu até 1849, quando um capitão do exército francês, de nome Claude Minié, inventou o que passaria a ser conhecido como “bala Minié” (*Minie bullet* ou *Minie ball* – FIG. 1), um projétil de forma cônica e cuja principal inovação era a base oca e um diâmetro ligeiramente inferior ao calibre da arma. A idéia de funcionamento era que, ao ser efetuado o disparo, os gases da combustão preencheriam a concavidade existente na base do projétil e afastariam as paredes laterais, forçando-as contra as raias e selando a alma. Isso garantiria máxima eficiência da munição, ao mesmo tempo em que facilitava em muito o carregamento pela boca (DI MAIO, 1999, p. 25). Essa evolução, aliada a outras transformações tecnológicas aplicadas na construção dos fuzis, como a trava de percussão, ampliou a cadência de tiro e teve significativa influência na forma de combater da Infantaria.

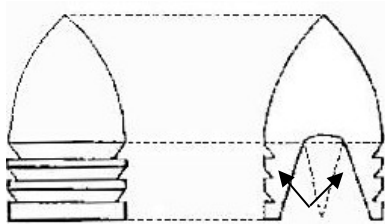


FIGURA 1 – Bala Minié com detalhe da concavidade oca da base

O primeiro grande evento em que essa nova tecnologia foi amplamente experimentada foi a Guerra de Secessão norte-americana. Naquele conflito, ambos os lados utilizaram fuzis com calibres que variavam entre .58 pol e .69 pol (LANHAM, 1998), que excedem em muito até o calibre das metralhadoras não-portáteis modernas. Como o propelente ainda era a pólvora negra, de reduzido poder de queima, as “balas Minié” eram disparadas em velocidades subsônicas, o que reduzia o impacto do coice da coronha sobre o ombro devido à 3ª Lei de Newton (lei da ação e reação). O resultado é que houve um grande incremento da precisão nos tiros a longa distância (acima de 100 metros), o que trouxe conseqüências relevantes para a guerra e para o número de baixas ocorridas (HOWEY, 1999).

No período das Guerras Napoleônicas, por exemplo, a Infantaria podia se aproximar das linhas inimigas com relativa segurança até uma distância de cerca de cem metros², o que fazia em passo regular. A partir desse ponto, geralmente iniciava uma carga, quando o

² A distância podia variar, mas devia ser suficientemente longe para uma aproximação segura, a passo lento, e perto o suficiente para não cansar a tropa em uma corrida longa na carga final.

adversário tinha a oportunidade de efetuar alguns poucos disparos imprecisos até que as tropas estivessem envoltas no combate corpo-a-corpo, para o que a baioneta era essencial. Naquele tempo, as principais armas da Cavalaria eram a espada e a lança, aliadas a uma aproximação ainda mais veloz e ao choque produzido pela massa do próprio cavalo. Durante a Guerra de Secessão, as tentativas de utilizar tais táticas redundaram em fracassos sangrentos, uma vez que o soldado exposto passava a ser atingido a uma distância bem maior que a distância prática para se iniciar a carga de infantaria.

Um conjunto cavaleiro/cavalo era um alvo ainda mais promissor, o que fez a Cavalaria sofrer igualmente com o aumento do alcance e da precisão dos fuzis e iniciar um declínio do qual só iria se recuperar com o advento da moto-mecanização. Da mesma forma, a importância das armas brancas no combate aberto passou a ser cada vez mais eventual até chegar à quase irrelevância dos dias atuais. O fuzil conquistou os campos de batalha e modificou as formas de combater. A partir de então o emprego de formações compactas, ou formaturas, se tornou prática suicida e foi abandonado em favor de um campo de batalha menos linear, onde o comandante-em-chefe já não exerceria o controle total e a iniciativa das ações passaria para os comandantes de unidades menores.

A tecnologia dos fuzis, no entanto, ainda estava em seus primórdios e havia muito a melhorar. Uma invenção da maior importância para as armas de fogo foi a da pólvora sem fumaça, em 1884, por um químico francês de nome Vieille (DI MAIO, 1999, p. 24), cuja rápida combustão propiciou um poder propulsor bem maior que o da pólvora negra, mas com um efeito colateral bastante significativo com relação aos fuzis: o incremento do coice da coronha sobre o ombro. De forma a usufruir a principal vantagem da pólvora sem fumaça e obter maior velocidade de boca e alcance para os projetis, era necessário compensar alguma coisa para reduzir o coice dos fuzis, sem o que haveria problemas para a precisão e indesejáveis hematomas no ombro do atirador. Assim sendo, a massa e o calibre dos projetis foram diminuídos e, pouco antes da virada dos séculos XIX para XX, já era corrente a utilização de calibres menores, considerados adequados para o fuzil moderno (em torno de .30 pol, ou 7,62 mm). Revólveres, pistolas e submetalhadoras, por trabalharem com forças inferiores aos fuzis, mantiveram calibres maiores, que podem chegar até a .45 pol.

Os novos projetis, disparados com maior energia e de trajetória tensa, substituíram a contento os antigos e lentos projetis de maiores massa e calibre. No entanto, havia um problema a ser resolvido, uma vez que os projetis de chumbo (na verdade uma liga de chumbo e antimônio) tendiam a derreter ou fragmentar sob a maior pressão e temperatura propiciada

pela deflagração dos novos cartuchos com pólvora sem fumaça. Assim, em 1881, um certo Major Eduard Rubin, diretor da Fábrica Estatal de Munições de Thurn, na Suíça, propôs a adoção de um projétil com núcleo de chumbo e uma capa mais resistente de cobre (SCARLATA, 1999), no que foi a gênese dos projéteis encamisados, dos quais o projétil encamisado total (ET, do inglês *full metal jacket – FMJ*), que cobre totalmente o núcleo de chumbo (FIG. 2a), é o projétil de uso militar mais comum.

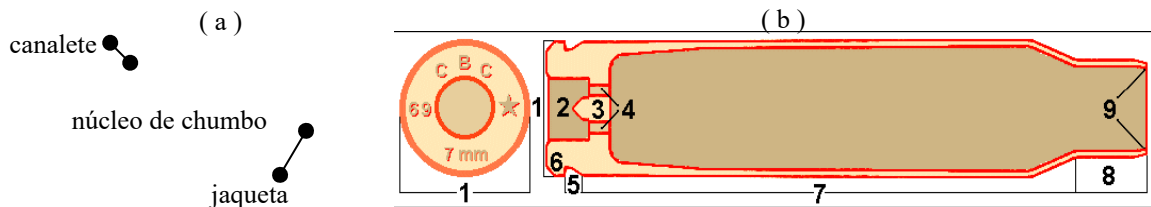


FIGURA 2 – (a) projétil encamisado total (ET) e (b) cartucho esquemático (1 – culote; 2 – espoleta; 3 – bigorna; 4 – evento; 5 – gola; 6 – virola; 7 – corpo; 8 – gargalo; 9 – boca)
Fonte: CANAUD, 2007, p. 2.

Outra grande inovação foi o desenvolvimento dos cartuchos com estojos metálicos para fuzis, outra patente do Major Rubin (FACKLER, 1991, p. 156), nos quais os projéteis são engastados na boca por meio do canaleta e cujo desenho esquemático pode ser visto na FIG. 2b. Tais cartuchos tornaram padrão o carregamento pela culatra, que permitiu maior rapidez de carregamento e ulterior aumento na cadência de tiro. Mais importante, o carregamento pela culatra também permitiu desenvolver um processo mecânico de carregamento, iniciado com os fuzis de repetição, e que evoluiu para o carregamento semi-automático e automático, tanto para fuzis quanto para pistolas, a partir do emprego dos carregadores (pentes), cofres metálicos que armazenam certo número de cartuchos para alimentar a arma.

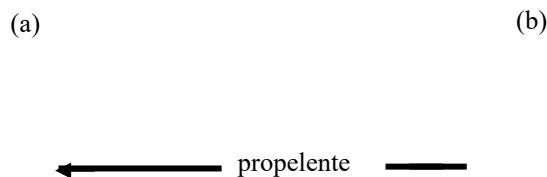


FIGURA 3 – (a) cartucho tipo de fogo central e (b) cartucho de fogo circular
Fonte: DI MAIO, 1999, p. 22/23.

Por fim, o desenvolvimento dos cartuchos e dos mecanismos de disparo se baseou em duas concepções do posicionamento da carga propelente, que poderia estar embutida na virola do próprio cartucho, ou ser inserida por uma espoleta no centro da base do cartucho (FIG. 3). Isso gerou dois tipos diferentes de percussão, denominadas respectivamente de

“fogo circular”, ou radial (*rimfire*), e de “fogo central” (*centerfire*), pelas quais os fuzis são geralmente referenciados. Na prática, a munição de fogo circular caiu em desuso pela dificuldade em se recarregar o propelente nos estojos usados e, atualmente, é empregada nos pequenos calibres (.223 pol, por exemplo) utilizados na caça esportiva, com carga de pólvora menor. As munições militares são, via de regra, de fogo central.

2.2 Noções de Balística

O convívio e a utilização de armas de fogo é algo comum na caserna e os militares conhecem bem seu armamento, fruto de constante instrução, manuseio e rotina de manutenção. Não obstante, há um aspecto que geralmente passa despercebido da maioria e é muito pouco discutido, ou quase nada abordado, que é o desempenho da munição e os efeitos dos projetis sobre o alvo, mesmo porque, para o soldado comum, não há escolhas a serem feitas com relação à munição a utilizar.

O estudo da Balística, como ciência, possui quatro campos assim divididos (RINKER, 2006, p. 3):

- a) Balística Interior – que cuida dos fenômenos que ocorrem com a munição no interior da arma, do disparo até a saída do projétil pela boca;
- b) Balística Exterior – que cuida dos fenômenos a que o projétil é submetido no seu trajeto em direção ao alvo, tais como vento, densidade do ar e gravidade;
- c) Balística Terminal – que cuida da interação do projétil com o alvo e dos efeitos que um causa sobre o outro; e
- d) Balística Forense – que cuida das medidas de natureza investigativa (judicial ou puramente científica) relativas ao disparo de armas de fogo, na tentativa de entender os resultados e relacionar os projetis às armas que os dispararam.

Ao presente trabalho interessa a Balística Terminal, uma vez que se pretende discutir os efeitos dos projetis sobre as pessoas e os ferimentos decorrentes, de forma a entender o comportamento da munição militar em uso para fuzis, pistolas e submetralhadoras; como se processa o efeito desejado (cessar a capacidade combativa do oponente); e quais os riscos existentes para aqueles que se encontram nas cercanias. Noções de Balística Interior e Exterior serão utilizadas na medida em que contribuam para o entendimento do quadro geral. A Balística Forense não será utilizada.

O desempenho de qualquer tipo de munição é devido a dois elementos básicos: a

quantidade de pólvora (carga) e a massa do projétil. A deflagração da carga gera uma elevada pressão no interior da câmara que acelera o projétil ao longo da alma. O projétil atinge sua velocidade máxima na boca e passa a desacelerar a partir daí, pelo efeito dos elementos externos, em especial pela resistência aerodinâmica oposta pelo ar, até simplesmente cair ao solo, se nada se interpuser em seu caminho. A massa do projétil influencia na aceleração, isto é, quanto maior a massa do projétil, maior sua inércia e dificuldade em ser acelerado. Para um dado projétil a quantidade de pólvora é diretamente proporcional à velocidade de boca, mas existe uma carga máxima a partir da qual a pressão se torna demasiada e perigosa, com risco de causar danos à arma ou explodir a culatra e ferir o atirador. **Velocidade e massa definem, em última análise, a energia com que um projétil é disparado.**

Energia é capacidade de produzir trabalho e não pode ser criada ou destruída, mas pode ser transferida de um corpo para outro, o que é um efeito importante no estudo da Balística Terminal. Um projétil, por estar em movimento, dispõe de energia cinética (E_k) cuja fórmula é dada por: $E_k = mv^2/2$, onde m é a massa e v é a velocidade de boca. Fica claro que qualquer incremento na velocidade aumenta sobremaneira a energia cinética, bem mais que um incremento da massa. Como não é possível aumentar indefinidamente a quantidade de pólvora, para uma carga constante e projétil mais leve se obterá uma aceleração e uma velocidade de boca maiores, que compensará a menor massa e aumentará a energia cinética. Utilizando-se pólvoras de diferente granulometria, variando-se a carga e combinando-se com projetis de diferentes pesos e calibres, obtém-se ampla gama de munições para os diversos tipos de armas, entre subsônicas, transônicas e supersônicas, cada qual com sua finalidade.

É possível estabelecer uma classificação entre os tipos de armas, apesar de não-rígida, a partir dos calibres e munições empregados. A designação dos calibres utiliza indistintamente os sistemas métrico e imperial (britânico) e toda munição de armas leves, de porte e portáteis³, situa-se entre os calibres .22 pol e .45 pol., com algumas exceções, como os modernos e pouco difundidos calibres de 4,5 mm e 4,7 mm e o calibre de .50 pol (12,7 mm). Revólveres são as mais comuns entre as armas de mão e utilizam munição dos menores aos maiores calibres, com velocidades entre subsônicas e transônicas. Pistolas também são armas de mão de carregamento semi-automático que geralmente utilizam munição a partir do calibre 9 mm (\approx .357 pol), com velocidades entre subsônicas e supersônicas. Submetralhadoras são armas concebidas para ser disparadas do ombro ou da cintura que utilizam munição de pistola, com carregadores metálicos de grande capacidade (20 cartuchos ou mais) e sistema de

³ Arma de porte – que pode ser conduzida no coldre;
Arma portátil – que pode ser conduzida por um só homem (MARINHA, 2005, p. 17-2)

carregamento semi-automático ou automático (DI MAIO, 1999, p. 15).

Fuzis possuem uma classificação ainda menos rígida, mas, de forma geral, são armas longas com funcionamento de repetição ou semi-automático que utilizam munição do calibre .303 pol para baixo, geralmente com velocidades supersônicas (projéteis de alta velocidade). No final do século XIX, havia fuzis que utilizavam calibres que hoje são reservados para pistolas e submetralhadoras, mas que caíram em desuso por possuírem menor proficiência em relação aos fuzis de menor calibre. Fuzis de assalto são fuzis de carregamento automático com carregadores metálicos de grande capacidade, que possuem uma tecla que permite selecionar entre o tiro singelo e o totalmente automático (DI MAIO, 1999, p. 13). Em alguns fuzis e submetralhadoras, essa tecla permite selecionar o tiro por salvas, geralmente de três projéteis. Atualmente estão em uso nas Forças Armadas brasileiras fuzis de assalto de calibres 7,62 mm e 5,56 mm. Para efeito deste trabalho, a referência a fuzis engloba fuzis de assalto.

Metralhadoras são armas capazes de manter uma cadência de tiro sustentada, para fogo de saturação por longos períodos, e são geralmente disparadas de um ponto de apoio fixo. Utilizam sistema de carregamento automático, a partir de carregadores tipo fita ou metálicos de grande capacidade (MARINHA, 2005, p. 17-2). Inicialmente as metralhadoras foram concebidas para empregar munição de fuzil, mas logo foram desenvolvidas metralhadoras pesadas com maiores calibres, como o de 12,7 mm (.50 pol), da mesma forma que hoje existem fuzis especiais que utilizam esse mesmo calibre em fogo semi-automático. O disparo de metralhadoras é totalmente automático, sem opção para tiro singelo ou por salvas.

Por fim, em uma categoria à parte, existem as espingardas, que são armas longas de alma lisa concebidas para ser disparadas do ombro e que utilizam uma variada gama de munições exclusivas. Existem diferentes sistemas de carregamento para espingardas, mas os mais conhecidos são os de repetição e semi-automático. Espingardas também possuem variados calibres, dentre os quais o calibre 12 (18,52 mm ou .729 pol), que também é o maior, é o mais difundido. Um cartucho de espingarda é caracteristicamente cilíndrico, com um estojo metálico na base encimado por um tubo, geralmente de plástico, que acondiciona projéteis de pelotas de chumbo de variados diâmetros. A munição também pode ser composta por um projétil único, denominado balote. Por serem armas de alma lisa, espingardas possuem precisão equivalente a dos antigos mosquetes e são melhores contra alvos a curta distância.

Quanto mais um projétil reter velocidade após deixar a boca da arma melhor será sua estabilidade ao longo da trajetória e maior sua energia a longa distância, o que mantém

sua capacidade de produzir danos contra alvos distantes e eleva o alcance eficaz da munição⁴. O fator que influencia nessa capacidade denomina-se coeficiente balístico, que é função do peso, diâmetro e forma do projétil e representa sua capacidade de vencer a resistência do ar (RINKER, 2006, p. 170/171). Conhecer o coeficiente balístico de um dado projétil é importante para o fabricante da munição e quanto mais elevado seu valor melhor. Na prática, porém, sua utilidade limita-se, basicamente, a estimar a trajetória para um tiro longo, algo que poucos usuários de fuzis costumam utilizar.

Uma forma de se calcular o coeficiente balístico é dividir a densidade seccional de um projétil pelo seu coeficiente de forma. O coeficiente de forma, também conhecido por fator de forma, geralmente é obtido por meio de testes de fogo e tabelas balísticas, o que rende dados mais precisos que as fórmulas matemáticas disponíveis. Para o escopo deste trabalho, o fator de forma não tem influência e é mencionado apenas para conhecimento.

Densidade seccional é um valor que associa a massa de um projétil com sua seção reta, ou seu peso com seu diâmetro, e é obtida pela fórmula $DS=P/d^2$, onde P é o peso e d o diâmetro do projétil. A densidade seccional influencia na capacidade de um projétil de manter sua velocidade, uma vez que a resistência contra seu movimento é diretamente proporcional à sua seção reta, mas é sua massa que propicia a inércia necessária para vencer tal resistência. Assim, para um mesmo diâmetro (ou calibre), quanto mais pesado um projétil maior sua densidade seccional e melhor sua proficiência (RINKER, 2006, p. 172/173). Claro está que a forma de se acrescentar massa a um projétil sem variar seu calibre é fazê-lo mais longo, daí a forma alongada dos projetis modernos e a importância do fator de forma, visto acima.

Um projétil de elevada densidade seccional tem maior poder de penetração, mas não necessariamente maior letalidade. O poder traumático de um projétil também depende de sua energia, o que será explorado adiante. Da mesma forma, possuir maior densidade seccional não significa possuir maior alcance. Pelo contrário, quanto maior a massa para um dado calibre, maior a energia necessária para empurrar o projétil ao longo da alma, o que vale dizer que, para uma mesma carga de pólvora, quanto maior a densidade seccional menor a velocidade de boca. Utilizar cargas mais potentes pode significar a necessidade de se reforçar cartuchos e canos, o que pode não ser uma solução adequada.

Grosso modo, baixas densidades seccionais aumentam o alcance efetivo (alcance

⁴ É importante lembrar que uma mesma arma pode disparar diferentes tipos de munição com diferentes cargas, o que resulta em diferentes velocidades de boca, energias e, conseqüentemente, alcances. Por isso é adequado referir-se ao alcance eficaz da munição e não de uma determinada arma.

máximo), mas diminuem o alcance eficaz (alcance útil), enquanto que altas densidades seccionais aproximam o alcance eficaz do alcance efetivo, apesar de reduzi-lo. Assim, existe um compromisso a ser analisado no projeto da munição, que deve balancear alcance e proficiência do projétil com praticidade de construção e portabilidade da arma, na busca de se reduzir o máximo a carga transportada pelo infante em combate. Para exemplificar, é fácil compreender que se uma bola de tênis e uma bola de aço de mesmo tamanho forem arremessadas com mesma velocidade, o potencial de danos da bola de aço será bem maior ao longo de toda trajetória, apesar de curta. A bola de tênis irá mais longe, mas seu potencial de danos decairá progressivamente com a distância (RINKER, 2006, p. 172).

Os projetis antigos, como as “balas minie” para fuzis *Springfield*, possuíam grande massa (500 GR⁵) e grande calibre (.58 pol) (BARNES, 2006, p. 163), o que, pela fórmula, concede uma elevada densidade seccional. De fato, tais projetis eram bastante letais. No entanto, sua velocidade de boca era reduzida pela qualidade da pólvora e pela impossibilidade prática de se utilizar cargas maiores, devido ao efeito no coice da arma, o que tornava seu desempenho semelhante ao da bola de aço do exemplo acima. Para se aumentar o alcance era necessário reduzir a massa do projétil e, conseqüentemente, seu diâmetro, ou sua densidade seccional decairia demais (tenderia à da bola de tênis). De certa forma, foi isso que ocorreu com os fuzis de calibres em torno de .45 pol do último quarto do século XIX, como os famosos *Winchester*, mas cujos projetis ainda eram muito pesados. Ulteriores reduções no diâmetro dos projetis produziram uma solução de compromisso adequada e conduziram aos proficientes calibres em torno de .30 pol, que propiciaram fuzis de boa portabilidade e munições de excelente desempenho, com cargas de pólvora capazes de imprimir elevadas velocidades de boca e projetis com elevada densidade seccional.

De forma sumária, pode ser dito que uma densidade seccional elevada reduz o desempenho balístico do projétil no interior do cano (Balística Interna), mas melhora sua performance a partir da boca da arma, seja durante a trajetória (Balística Externa), seja sobre o alvo (Balística Terminal) (RINKER, 2006, p. 174). A tabela abaixo, que oferece valores simplificados de densidade seccional para alguns dos armamentos mencionados neste trabalho, somente para auxiliar a compreensão, não deve ser usada alhures, pois não considera os materiais empregados e suas gravidades específicas. Massa foi utilizada ao invés de peso por não ter influência na comparação que se propõem.

TABELA 1

⁵ A massa dos projetis é usualmente apresentada em grãos (GR), unidade de medida para pequenas massas equivalente a 0,05 gramas.

Valores comparativos de densidade seccional

| Arma/munição | m(GR) | cal.(pol) | DS |
|--------------------------|-------|-----------|-------|
| AK-74 | 54 | .219 | 1.126 |
| M-16 | 55 | .223 | 1.106 |
| Mannlicher-Carcano | 162 | .256 | 2.472 |
| AK-47 | 122 | .30 | 1.356 |
| FAL | 150 | .30 | 1.667 |
| Lee-Netford | 215 | .303 | 2.342 |
| Vetterli | 334 | .41 | 1.987 |
| Winchester 45-60 | 300 | .45 | 1.481 |
| Springfield (Minie ball) | 500 | .58 | 1.486 |

Fonte: BARNES, 2006, para os dados de massa e calibre. A massa é dada em grãos (GR), onde 1GR=0,05g.

2.3 O legado de Kocher

Emile Theodor Kocher (1841-1917) foi um renomado cirurgião e professor da Universidade de Berna, que criou instrumentos e procedimentos ainda hoje utilizados em cirurgia e foi o primeiro cirurgião a receber o prêmio Nobel em medicina, em 1909. Médico eclético e de muitas habilidades, no campo militar Kocher se interessou pelo estudo dos processos pelos quais um projétil penetra e interage com os tecidos do corpo humano, de forma a poder desenvolver um tratamento apropriado. Apesar de pouco conhecida, sua pesquisa lançou as bases científicas para o estudo moderno dos ferimentos balísticos e para o desenvolvimento das modernas munições de infantaria (FACKLER, 1991, p. 153).

Com início em 1875, uma de suas primeiras descobertas foi que um dos mecanismos pelo qual se produz um ferimento e os tecidos se rompem ocorre por pressão hidrostática, que é diretamente proporcional à velocidade do projétil ou, mais propriamente, à sua energia cinética. Kocher verificou que ao atingir o alvo um projétil perde energia de quatro formas distintas, a saber: 1) parte é transformada em calor e não contribui para o ferimento; 2) parte é usada para forçar a passagem do projétil e produzir um canal de tecidos rasgados e rompidos que é denominado de cavidade permanente; 3) parte é transformada em forte pressão hidrostática que desloca radialmente o tecido vizinho à passagem do projétil, em um efeito denominado cavidade temporária que será explorado no capítulo três; e 4) parte é utilizada para deformar o projétil diante da resistência ao seu avanço, o que também irá contribuir para aumentar as cavidades permanente e temporária (FACKLER, 1991, p. 156).



FIGURA 4 – projétil de fuzil *Vetterli* com sua característica deformação pós-impacto.
Fonte: FACKLER, 1991, p. 157.

Kocher também reconheceu a importância da forma, da massa e da velocidade do projétil na sua interação com o alvo, e que a profundidade de penetração é inversamente proporcional ao diâmetro da sua seção reta, em uma notável aproximação do conceito de coeficiente balístico (FACKLER, 1991, p. 156). Em seus experimentos, Kocher utilizou o fuzil *Vetterli* de calibre 10,4 mm, em uso nos exércitos suíço e italiano, que empregava um projétil de chumbo de 334 GR (BARNES, 2006, p. 364), com densidade seccional comparativamente elevada, de acordo com a TAB. 1. Como todo projétil de chumbo, tais projetis se deformavam no impacto na característica forma de cogumelo (FIG. 4), o que aumentava o diâmetro da seção reta e reduzia o poder de penetração, apesar de aumentar o efeito da pressão hidrostática. Kocher descreveu tal comportamento como “efeito recíproco” (*reciproke wirkung*) (FACKLER, 1991, p. 156).

Kocher também produziu projetis especiais para seus testes, feitos totalmente de cobre e de “metal rosa”, uma liga mais dura que o chumbo mas com ponto de fusão consideravelmente menor, para estudar os efeitos da dureza e do calor na deformação dos projetis. Kocher acreditava, de forma correta, que a deformação exercia relevante papel na gravidade de um ferimento. Seus testes permitiram concluir que o calor não tem qualquer influência na deformação dos projetis, visto que os projetis de cobre e “metal rosa” não se deformaram, ao contrário do projétil mais macio de chumbo (FIG. 5). Dessa forma, Kocher pode afirmar que a deformação de um projétil qualquer era um processo mecânico inversamente proporcional à dureza dos materiais (FACKLER, 1991, p. 154).

Com base em seus experimentos, Kocher argumentava em favor do princípio da “guerra civilizada”, pelo qual suprimir a capacidade combativa de um soldado deveria ser mais importante que simplesmente matá-lo, para o que advogava a redução dos calibres do armamento militar para menos de 10 mm, preferencialmente entre 5 e 6 mm, e que os projetis fossem construídos de material mais duro que o chumbo, de maneira a evitar sua deformação no impacto. Kocher também recomendava a adoção de projetis de ogiva estreita

(pontagudos), ao invés das tradicionais pontas esféricas, para facilitar a penetração dos tecidos; bem como maior velocidade rotacional, para incrementar a estabilidade dos projetis e evitar oscilação longitudinal, que eventualmente poderia aumentar a superfície de contato. Não obstante, Kocher alertava que os projetis não fossem feitos totalmente de cobre devido à menor gravidade específica desse material, que comprometeria sua capacidade de reter velocidade e seu desempenho a longas distâncias (FACKLER, 1991, p. 156).

cavidade temporária

cavidade permanente

FIGURA 5 – perfil de ferimento causado por um projétil de fuzil *Vetterli*. Além de ocasionar maior cavidade permanente, a deformação do projétil também causa uma grande cavidade temporária na fase inicial da penetração (equivalente ao interior do corpo), devido à súbita transformação de energia cinética em pressão hidrostática. Não obstante, o projétil consegue manter considerável poder de transfixação.

Fonte: FACKLER, 1991, p. 154.

É interessante notar que tanto Kocher quanto o Major Rubin chegaram a conclusões semelhantes sobre a construção de projetis, mas por motivos diferentes. Como Kocher publicou seu primeiro livro em 1880 (*Concerning gunshot wounds*), é possível que o Major Rubin já estivesse inteirado de seu trabalho quando propôs seu novo projétil, em 1881, afinal ambos eram suíços e trabalhavam no mesmo assunto, mas isso é apenas uma suposição. Apesar de Kocher citar na introdução de um outro livro, de 1895, que seu trabalho teve papel preponderante no desenvolvimento dos projetis ET, não há uma confirmação de Rubin a respeito (FACKLER, 1991, p. 157). Não obstante, independente de correlação direta entre os dois trabalhos, a primeira geração dos novos projetis tinha um desempenho que correspondia

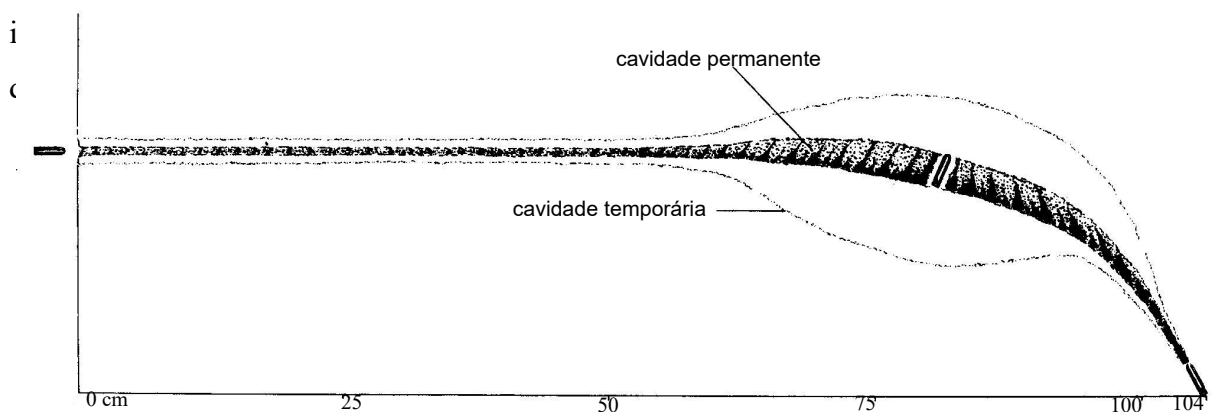


FIGURA 6 – perfil de ferimento causado por um projétil de fuzil *Mannlicher-Carcano*, de 6,5 mm, onde fica evidente o grande poder de transfixação. O projétil se torna perigoso ao perder velocidade, como pode ser visto na fase final do percurso, quando gira longitudinalmente em seu centro de gravidade e causa maior cavidade permanente e temporária.

Fonte: FACKLER, 1991, p. 155.

2.4 O Arsenal de Dum Dum

Em 1889, o Exército britânico adotou um novo fuzil de .303 pol (o *Lee-Metford*) com carregamento pela culatra, carregador metálico vertical, cartuchos de estojo metálico e projetis encamisados totais, mas que ainda operava com as pressões relativamente mais baixas da pólvora negra (TEBBUTT, 2001). O novo fuzil era uma arma de transição, com diversos aspectos de um fuzil moderno, mas incapaz de imprimir elevadas velocidades de boca a seus projetis que, conseqüentemente, possuíam energia cinética comparativamente menor que a de um projétil moderno. Não obstante, com massa de 215 GR (BARNES, 2006, p. 356), a densidade seccional daqueles projetis era muito alta, o que lhes conferia grande capacidade de transfixação, à semelhança dos projetis do fuzil *Mannlicher-Carcano*.

Em 1895, forças coloniais britânicas na Índia, armadas com o novo fuzil, foram despachadas para suprimir uma rebelião no distrito de Chitral, no norte do Paquistão (STEVEENS, 1899). A missão foi cumprida sem maiores problemas, mas houve relatos de que o armamento tivera um desempenho aquém do esperado. Ao disparar contra nativos em carga, principalmente a curtas distâncias, foi verificado que os projetis transfixavam totalmente o corpo dos adversários, sem produzir grandes ferimentos e sem conseguir detê-los com a mesma eficácia dos antigos projetis de maior calibre. Nascia aí uma discussão que persiste até hoje sobre grandes calibres, grande energia e o poder de deter um adversário com um só tiro (poder de parada ou *stopping power*), que será abordada adiante.

Na percepção do soldado comum, tal deficiência seria preocupante, mas talvez o problema não fosse tão grave quanto poderia parecer. Talvez parte dos relatos fosse causada por impressões errôneas ou preconceito contra o novo calibre menor, afinal os soldados estavam acostumados a confiar em seus velhos fuzis de grosso calibre. Não obstante, para os Oficiais britânicos era necessário adotar algum procedimento corretivo para melhorar o desempenho do armamento, sob risco de cair no descrédito da tropa e afetar o moral em

combate. Foi o que fez o Capitão Bertie Clay, lotado no Arsenal de Dum Dum, próximo a Calcutá, que era o arsenal responsável pela produção da munição para a guarnição hindu.

A princípio o problema parecia incongruente, visto que se desejava aumentar o calibre do projétil, sem modificar o calibre da arma. Contudo, o Capitão Clay teve uma excelente idéia e conseguiu obter uma solução adequada de forma relativamente simples e sem maiores custos. Clay sabia que o chumbo era macio o suficiente para achatarse no impacto do projétil, mesmo contra o corpo humano, o que na prática representaria um aumento de calibre na chegada. Contudo, era essa maciez que obrigava a utilização da jaqueta metálica (de níquel, no caso), de forma a manter a integridade do projétil e o coeficiente balístico alto, sem fragmentação e perda de massa no interior do cano.

A solução de Clay foi retirar parte da jaqueta da ponta do projétil (FIG. 7a), o que expunha o núcleo de chumbo justamente na parte menos suscetível às pressões e temperaturas oriundas da deflagração. O restante da jaqueta era suficiente para resistir ao torque imposto pelo raiamento e, assim, a integridade do projétil não ficava comprometida no disparo nem durante o vôo para o alvo. No momento do impacto, a ponta macia se achatava e alterava as propriedades balísticas do projétil, que passava a apresentar uma resistência bem maior à penetração, numa efetiva redução de sua densidade seccional. Com isso, o projétil sofria uma desaceleração brusca e havia uma súbita transferência de energia cinética para o alvo, com o crescimento da pressão hidrostática previsto por Kocher, o que contribuía para que os ferimentos fossem significativamente maiores. O novo projétil foi bem-aceito pela tropa e logo recebeu o apelido de “dum-dum”, como referência ao seu local de origem. Atualmente, esses projetis são denominados expansivos ou de ponta macia (do inglês *soft point* - SP).



FIGURA 7 – (a) projétil expansivo (dum-dum) e (b) projétil de ponta oca
Fonte: IAA, 2001.

Independente dos eventos ocorridos na Índia, por pura coincidência um processo concomitante foi desenvolvido na Grã-Bretanha, no Arsenal de Woolwich, com o mesmo intuito de melhorar o desempenho do *Lee-Metford* e sua munição (TEBBUTT, 2001). A concepção era a mesma, manter as boas propriedades balísticas originais do projétil nas fases das Balísticas Interna e Externa e reduzir drasticamente a densidade seccional e o poder de penetração na fase da (a) A forma (de s) tado é que era diferente.

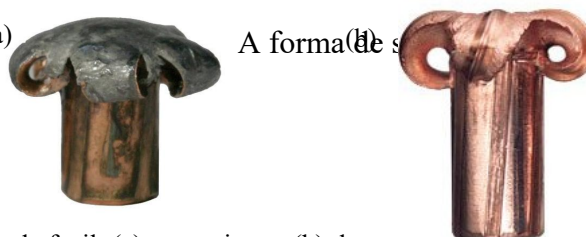


FIGURA 8 – projetis de fuzil: (a) expansivo; e (b) de ponta oca, com suas características deformações pós impacto (forma de cogumelo). Notar a semelhança.

Em Woolwich, os técnicos perceberam que ao perfurarem uma cavidade na ponta do projétil era possível obter, por ocasião do impacto, principalmente contra alvos de comportamento eminentemente viscoso, como o corpo humano, uma ampla expansão da ponta pela ruptura das paredes da cavidade, fruto das pressões hidrodinâmicas que nela se formavam por ação dos fluidos corporais e outros materiais.

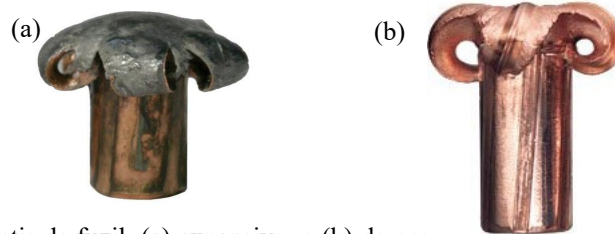


FIGURA 8 – projetis de fuzil: (a) expansivo; e (b) de ponta oca, com suas características deformações pós impacto (forma de cogumelo). Notar a semelhança.

O resultado era uma deformação que fazia o projétil se assemelhar a uma banana descascada ou a um cogumelo, o que efetivamente aumentava o calibre do projétil e transferia com muita eficiência a energia cinética para o alvo. Devido a suas características esse novo projétil foi denominado de ponta oca (do inglês *hollow point* – HP) (FIG. 7b) e os primeiros exemplares se tornaram disponíveis em 1897 (TEBBUTT, 2001), praticamente ao mesmo tempo dos projetis de ponta expansiva, apesar de não estarem relacionados entre si. Tal contemporaneidade é provavelmente a responsável pela denominação genérica de dum-dum ter sido estendida aos projetis de ponta oca, tanto quanto aos de ponta expansiva. Outro aspecto importante é que ambos os tipos de projétil têm um comportamento muito semelhante em todas as fases do tiro, inclusive com relação à expansão da ponta (FIG. 8) e ao tipo de ferimento que produzem, que será discutido no capítulo três.

2.5 Lembranças de Solferino

Dentro de uma concepção realista, a assertiva de Clausewitz, de que a guerra é a mera continuação da política por outros meios, é uma constatação pragmatista de um fenômeno algo natural nas Relações Internacionais. Assim sendo, as guerras não existem por si próprias, mas devem subordinar-se aos objetivos políticos que as engendraram, de forma a se manterem coerentes com o propósito original e não saírem perigosamente de controle. Para esse fim, ao longo dos tempos os Estados criaram normas específicas para regular o emprego da força militar, na tentativa de conter a brutalidade descontrolada que acirra os ódios e dificulta a posterior transição para a paz. Não obstante, tal corpo de normas teve evolução

limitada (no número de regras) e abrangência restrita, até se constituir num ramo específico do Direito Internacional Público a partir da segunda metade do século XIX, o DICA.

A história do DICA começa em 1859, quando um viajante suíço, de nome Henry Dunant, cruzou os campos de Solferino, logo após a batalha de mesmo nome, travada entre franceses e austríacos pela posse do norte da Itália. Dunant se deparou com uma situação caótica, com relação às condições de tratamento dos soldados feridos, e ficou vividamente impressionado pela falta de uma estrutura compatível para lidar com o problema. Movido por compaixão, passou imediatamente a contribuir para os esforços da população local de prestar o auxílio possível, somente para constatar a precariedade dos serviços de saúde dedicados a tal mister. Mais ainda, percebeu que prisioneiros feridos recebiam pouco ou nenhum auxílio por parte de seus captores e, não raro, padeciam de seus ferimentos até a morte.

Outro aspecto que chegou ao seu conhecimento foi de que havia uma prática, de certa forma generalizada, de se bombardear hospitais de campanha e não se diferenciar médicos e enfermeiros dos combatentes comuns, mesmo porque, no campo de batalha, não havia qualquer símbolo que permitisse fazer tal identificação prévia à distância. Dunant não era ingênuo e sabia que, uma vez iniciadas as hostilidades, certas barreiras morais eram colocadas de lado e a morte de combatentes era uma consequência, de certa forma aceitável, do estado de beligerância. Contudo, do seu ponto de vista, os feridos já não tinham mais como contribuir para o esforço militar e não havia porque não tentar preservar a sua vida.

Assim, comovido pelo sofrimento que presenciou e pelo que considerava uma desnecessária perda de vidas, Dunant escreveu, em 1862, um livro intitulado “Lembranças de Solferino”, no qual relatava sua experiência e propugnava a criação de uma entidade internacional dedicada a proteger o direito dos feridos e dos serviços destinados ao seu cuidado, no transcurso de um conflito armado. A postura de Dunant, apesar de idealista, era bem intencionada e encontrou eco entre seus conterrâneos, que a ele se uniram e fundaram, em 1863, o Comitê Internacional da Cruz Vermelha (CICV), com sede na cidade de Genebra. O movimento contava com a participação de pessoas influentes e recebeu o apoio do governo suíço, que convocou, em 1864, a primeira das Convenções de Genebra para tratar do assunto, que resultou na Convenção de Genebra de 1864 para o Melhoramento das Condições dos Feridos dos Exércitos em Campanha.

Juntamente com o Código Lieber, de 1863, que reuniu todas as normas e costumes de guerra existentes à época em um documento único (a pedido do Presidente Abraham Lincoln), a Convenção de Genebra de 1864 constituiu o primeiro instrumento do DICA e o

ponto de partida para um novo conjunto de normas voltadas para a proteção da pessoa humana na guerra, que viria a ser denominado de Direito de Genebra. Não obstante, sua origem estava indelevelmente associada aos soldados feridos no combate terrestre, o que iria exercer uma influência muito grande nos desenvolvimentos posteriores.

O primeiro documento relevante que se seguiu foi a Declaração de São Petersburgo, de 1868 (ANEXO A), produzida por uma comissão militar internacional e cujo texto, embora curto, está imbuído de forte espírito humanitário. Com o propósito de “examinar a conveniência de se excluir o uso de certos projéteis em tempo de guerra entre as nações civilizadas” (CICV, 2001, p. 171), a declaração estava nitidamente preocupada em atenuar “os sofrimentos dos homens postos fora de combate” (CICV, 2001, p. 171), apesar de limitar-se somente a projetis explosivos ou inflamáveis com menos de 400 gramas de massa. Com sua tônica, esse documento lançou as bases para o ramo do DICA que estabelece que os meios e métodos de se fazer a guerra não são ilimitados, conhecido como Direito de Haia.

Posteriormente, em 1899, o corpo normativo do DICA foi ampliado por uma conferência internacional realizada na cidade de Haia, que adaptou os princípios da Convenção de Genebra de 1864 para a guerra no mar; estabeleceu a Convenção de Haia relativa às leis e usos da guerra terrestre; e produziu a Declaração de Haia relativa a projetis expansivos (ANEXO B), que é o documento que interessa a este trabalho.

Inspirada “nos sentimentos expressados na Declaração de São Petersburgo” (CICV, 2001, p. 173), a Declaração de Haia também tinha uma precípua preocupação com os ferimentos produzidos pelo armamento em combate. Sua motivação específica fora o recente desenvolvimento dos projetis expansivos e de ponta oca, visto que seu curto texto proíbe exclusivamente “o emprego de balas que inflam ou se alastram facilmente no corpo humano, tais como as balas de capa dura que não cubra inteiramente o núcleo ou estiver dotada de incisões” (CICV, 2001, p. 173). Com efeito, os novos tipos de projetis produziam ferimentos bem mais destrutivos que seus similares ET, cuja elevada densidade seccional e baixa energia, vistos anteriormente, tendiam a ocasionar a transfixação do corpo humano e produzir ferimentos mais “limpos”, somente com as perfurações de entrada e saída.

Não obstante, a declaração aplicava-se somente “para as Potências contratantes em caso de guerra entre duas ou mais delas” (CICV, 2001, p. 173), o que tornava a “proteção” exclusiva para os exércitos das “nações civilizadas” e deixava de fora situações como a de Chitral, o que limitou seu sentido humanitário. Ademais, boa intenção à parte, privilegiar, mesmo que indiretamente, projetis com grande capacidade de transfixação e ricochete

poderia colocar em risco outras pessoas fora da linha de visada original e não-envolvidas no combate, como os civis. Como as proteções existentes na época restringiam-se aos feridos militares e ao pessoal dos serviços de saúde, tal consideração não chegou a ser aventada. Normas específicas para a proteção de civis ainda estavam por serem criadas.

2.6 Sobre mitos e fatos

A virada dos séculos XIX para XX ocorreu no meio da *Belle Époque*, um período de paz, prosperidade e otimismo na Europa, iniciado em 1880 e que durou até o início da Primeira Guerra Mundial. De certa forma, a Declaração de Haia de 1899 reflete tal espírito, uma vez que pretende poupar os combatentes de maiores sofrimentos, amparada na boa vontade e cooperação entre as nações européias, não obstante o fato de que as armas sempre foram aperfeiçoadas para matar. Apesar do Dr. Kocher propor a redução dos calibres dos fuzis por motivo humanitário, o Major Rubin e outros técnicos responsáveis pela produção da munição em seus países pretendiam melhorar a precisão, o alcance e a cadência de tiro, além da portabilidade e do manejo, no sentido de torná-los mais letais.

A aparente benesse dos projetis ET de grande poder de transfixação é relativa, uma vez que um único projétil pode causar ferimentos em mais de uma pessoa, além de ter capacidade de perfurar objetos como portas, paredes e chapas finas de aço que, de outro modo, ofereceriam alguma proteção. Tais projetis, por não se deformarem com facilidade, também são capazes de ricochetear em objetos mais duros e manter energia suficiente para provocar ferimentos à distância fora da linha de visada original. Em um ambiente urbano, isso pode ser muito perigoso, uma vez que civis podem ser atingidos inadvertidamente.

Com relação a uma cadência de tiro elevada, se um tiro de projétil ET causa um ferimento mais “limpo”, receber uma seqüência pode alterar significativamente a perspectiva da análise. Por exemplo, em uma determinada ocasião, um posto de comando israelense foi atacado por um fanático suicida. Um Oficial reagiu rapidamente e abateu o atacante de imediato, com 7 tiros de sua submetralhadora UZI, de munição 9 mm ET (ABSHIRE, 2003). Esse tipo de supressão por volume de fogo é comum para armas automáticas, afinal o soldado que atira quer ver seu adversário tombar, para ter a constatação visual de que a ameaça cessou, e vai continuar a atirar até que isso ocorra. O Capitão Clay pretendia obter tal resultado com um único tiro, conforme a expectativa de seus superiores e subordinados. O projétil desenvolvido em Dum Dum, tanto quanto sua contraparte de ponta oca, não pretendia

aumentar o sofrimento dos adversários, mas efetivamente fazer cessar sua capacidade combativa o mais rápido possível, à semelhança dos projetis mais antigos de chumbo. Obviamente esse é um processo violento, que nada tem a ver com sofrimento desnecessário, mas com legítima necessidade militar, não obstante o fato de que tais projetis tinham maior potencial mutilador, principalmente contra membros e extremidades do corpo humano.

Outra capacidade que à época era atribuída aos grandes calibres, que de certa forma os projetis expansivos tentaram reproduzir, estava relacionada com o antigo mito do poder de parada, pelo qual um único projétil seria capaz de deter subitamente o avanço de um adversário pela força do seu impacto, como um poderoso soco. Essa era uma concepção intuitiva baseada no fato de que a energia do projétil, se convertida em trabalho, seria suficiente para elevar um homem bem acima do solo. Por associação, acreditava-se que a transferência de energia no impacto poderia produzir trabalho suficiente para, pelo menos, sustar o movimento do atacante, ou até impulsioná-lo para trás, fantasia que costuma ser explorada na cinematografia. Na verdade, parar um indivíduo vai depender não só da natureza do projétil, mas também do órgão atingido, da extensão do ferimento e da reação psicológica ao impacto (DI MAIO, 1999, p. 379). A energia que um projétil transfere para o alvo não é distribuída igualmente por todo o corpo, mas concentrada no ponto de penetração e arredores imediatos, o que produz um trauma, ou seja, um ferimento por ação mecânica que rompe e perfura o tecido vivo, sem qualquer influência direta na dinâmica do restante do corpo.

A comparação entre necessidade militar e sofrimento desnecessário é relevante, principalmente se levarmos em conta o artigo 23, alínea e, do Regulamento relativo às leis e usos da guerra terrestre, anexo da Convenção de Haia de 1907, que proíbe “empregar armas, projéteis ou materiais próprios para causar males desnecessários” (JARDIM, 2006, 1 v. p. 198). Neste ponto, cabe ponderar sobre o que seria um mal desnecessário no que se refere ao emprego de armas de fogo. Uma das certezas, quando se efetua um disparo em combate, ou sob algum outro tipo de pressão emocional, é o fato de que não há como garantir seu resultado. O mesmo projétil pode errar o alvo, quebrar um osso, atingir somente músculos, causar paralisia, produzir morte agonizante ou imediata ou algum outro tipo de efeito, devido principalmente à interação dinâmica entre atirador e alvo (um dos dois ou ambos podem efetuar movimentos que irão alterar a situação balística). Nas palavras de Churchill, a única coisa boa em se levar um tiro é não ser atingido por ele. Assim, é algo paradoxal considerar que possa haver um “bom” ferimento, baseado somente no tipo de trauma que um determinado projétil possa causar.

Havia, é claro, outros aspectos envolvidos e que remontavam à Declaração de São Petersburgo. Os ferimentos de projetis expansivos e de ponta oca tinham, de certa forma, a aparência de pequenas explosões, devido à súbita transferência de energia cinética e ao efeito da pressão hidrostática, o que fez surgir o mito de que as “balas dum-dum” eram explosivas. É interessante notar que, independente da evolução na tecnologia de munições, projetis explosivos com menos de 400 gramas de massa não foram desenvolvidos para as armas da Infantaria, o que mantém a Declaração de São Petersburgo atual. Assim, a associação do mito da “bala explosiva” com o texto da Declaração de Haia de 1899, fez surgir o mito da “bala proibida”, que persiste até hoje. Este autor já ouviu militares e civis, nacionais e estrangeiros, expressarem tal preconceito, apesar de não haver nada de explosivo nos projetis ditos dum-dum e da Declaração de Haia restringir sua proibição somente nas situações de conflito armado entre as Altas Partes contratantes.

Na prática, é impossível controlar os ferimentos produzidos por armas de fogo, principalmente em um campo de batalha. Em um razoamento *reductio ab absurdo* seria possível concluir que um projétil que produzisse morte rápida seria misericordioso, contra outro que causasse paralisia ou perda de massa encefálica, por exemplo, o que nos conduziria a um paradoxo da “boa” morte. Qualquer projétil seria capaz de produzir qualquer desses resultados, o que torna tal discussão sem sentido, principalmente diante da grande letalidade dos projetis modernos. Não há projétil misericordioso, só há projetis com diferentes capacidades de produzir os danos que deles se esperam. Na tentativa de buscar o entendimento de como os ferimentos são produzidos pelas modernas armas de fogo, a ONU emitiu uma resolução no sentido de incentivar os estudos nesse campo (ONU, 1979), mas apesar do tempo decorrido e do conhecimento acumulado até aqui, nenhum novo ato de Direito Internacional trouxe qualquer inovação ao assunto.

Não seria justo, contudo, considerar anacrônica a Declaração de Haia de 1899, mas ela não deve ser tomada como um dogma, mormente por seu campo de aplicação ser bastante restrito. O importante é considerar de que forma os projetis expansivos teriam condições de servir os fundamentos do DICA, de proteger e tratar com humanidade aqueles que não participam ou que deixaram de participar das hostilidades, principalmente em ambientes urbanos, onde há civis no entorno de cada confronto armado.

Cabe notar que o Brasil não é signatário da Declaração de Haia de 1899, mas é signatário do Estatuto de Roma de 1998 (JARDIM, 2006, 1 v. p. 26), que praticamente repete a dita declaração na alínea xix, inciso b), parágrafo 2 do artigo 8º, que entende como crime de

guerra “utilizar balas que se expandem ou achatam facilmente no interior do corpo humano, tais como balas de revestimento duro que não cobre totalmente o interior ou possui incisões” (JARDIM, 2006, 2 v. p. 23). Com isso, o escopo da Declaração de Haia de 1899 saiu de um isolamento quase centenário para ganhar um foro mais amplo, apesar da proibição continuar restrita a situações de conflitos armados e de não haver qualquer consideração adicional a respeito de danos colaterais e da segurança das populações civis em ambientes urbanos.

No crescente campo das “operações outras que não as de guerra”, que inclui as Operações de Paz da ONU, os militares continuam a ter que lidar com o sério problema de exercer a força em áreas com grande incidência de pessoas que não participam dos conflitos, equipados com armamentos projetados para ter grande alcance, cadência de tiro e poder de penetração, ou seja, com limitações de sua capacidade discriminatória que transcendem a observação ou o desejo dos soldados que os portam. Pessoas fora da linha de visada podem ser atingidas indiscriminadamente sem que o atirador sequer se aperceba do que aconteceu.

Para as forças armadas brasileiras, a discussão é relevante pelo tradicional respeito com que o Brasil trata os assuntos relativos ao DICA. O não-reconhecimento por parte do Brasil da Declaração de Haia de 1899 e a posterior aceitação de texto análogo inserido no Estatuto de Roma de 1998, estimula a discussão no sentido de entender como funcionam os processos pelos quais se dão os ferimentos, de forma a propiciar elementos para que o Comandante avalie o significado do que seria *maux superflus* para o combatente adversário, diante da necessidade militar de dar proteção à sua tropa e cumprir a sua missão, além do seu compromisso de preservar, na medida do possível, os não-combatentes das agruras do combate. Cabe notar que os resultados de tais estudos e conclusões podem encontrar aplicação também no campo interno, no momento em que se encontra cada vez mais em evidência a participação das forças armadas em operações de GLO e outros graves distúrbios da segurança pública (SERRA, 2003), na sua maior parte desenvolvidos em ambientes urbanos ou em situações em que há um grande aglomerado de pessoas.

3. BALÍSTICA TERMINAL

3.1 Grandes calibres, grandes cavidades

Para o estudo da profundidade de penetração de um projétil, existem três grupos básicos em que os alvos podem ser classificados: coesivos, viscosos e aquosos. Alvos coesivos possuem uma forte adesão molecular e apresentam grande resistência à penetração ou quebra; madeira, mármore e aço são exemplos dessa categoria, na qual, com alguma reserva, também podem ser incluídos os ossos. Para esse tipo de alvo a profundidade de penetração é obtida ao se dividir a energia cinética do projétil pelo quadrado de seu diâmetro (calibre). Assim, quanto maior a velocidade, maior a energia e, conseqüentemente, maior a profundidade que o projétil irá alcançar. Alvos viscosos são materiais que não possuem grande rigidez mas apresentam resistência a fluir livremente, como mel, geléia, papel molhado e, com boa aproximação, a maioria dos tecidos vivos. Diferentemente dos alvos coesivos, esse tipo de alvo apresenta uma resistência à penetração diretamente proporcional à velocidade do projétil, o que favorece os projetis mais “lentos” (RINKER, 2006, p. 339-340).

Nos alvos aquosos (de comportamento semelhante ao da água), a coisa é bem mais difícil e a resistência à penetração é proporcional ao quadrado da velocidade. Algumas áreas do corpo humano, inclusive o cérebro, fazem parte desse grupo. Projetis lentos terão uma resistência ao avanço semelhante à dos alvos viscosos, mas a oposição aos projetis de alta velocidade aumentará em ordem geométrica (RINKER, 2006, p. 340). Quanto mais brusca e massiva a desaceleração, maior será o efeito sobre o próprio projétil. Se um projétil atinge um alvo coesivo sem penetrar, dependendo do ângulo de incidência, ele poderá se fragmentar ou simplesmente ricochetear. Contudo, se um projétil comum de altíssima velocidade (fuzil de fogo central) tiver que penetrar ou atravessar um alvo aquoso, a desaceleração será tão abrupta que invariavelmente desintegrará o projétil nos primeiros decímetros com máxima transferência de energia.

Quando um projétil atinge o corpo humano existem, dois fatores básicos que irão determinar o seu potencial traumático e influenciar no tipo de ferimento causado: seu calibre e sua energia (função da massa e da velocidade). Secundariamente, seu formato e outras características de fabricação irão determinar o quanto desse potencial é efetivamente utilizado para produzir danos (FACKLER, 1989, p. 63). Na atualidade, os calibres maiores costumam ser empregados em revólveres e pistolas (armas de porte), enquanto que os calibres menores

costumam ser utilizados em fuzis (armas portáteis) e metralhadoras. Submetralhadoras, por empregarem munição de pistola, produzem ferimentos semelhantes aos das armas de porte.

Um projétil ao penetrar no corpo irá romper e rasgar o tecido diante de sua trajetória e produzir danos ao longo do “canal” aberto por sua passagem, que é denominado de cavidade permanente. Calibre e massa contribuem para o potencial de transfixação (função da densidade seccional) e determinam, em última análise, o volume de tecido danificado. Quanto maior esse volume maior será o trauma sistêmico e a probabilidade de se atingir um órgão vital, a coluna vertebral ou um grande vaso sanguíneo, o que pode fazer a diferença entre um ferimento menos grave e um ferimento mortal. Essa linha de abordagem, também conhecida como “escola dos grandes buracos”, considera que o potencial de incapacitação de um projétil depende de garantir ferimentos grandes, profundos e permanentes, que favoreçam um profuso sangramento que possa conduzir a um eventual choque⁶. Projéteis expansivos contribuem para aumentar o calibre na chegada, mas perdem velocidade e variam sua densidade seccional no processo, o que reduz seu potencial de penetração (SCHAEFER, 2006).

O coeficiente balístico é determinante para o desempenho de um dado projétil nas diversas fases do tiro e irá influenciar diretamente no alcance, na energia retida ao chegar ao alvo e no seu comportamento na fase da balística terminal. Um importante dado de fabricação é que os projéteis de fuzil, por serem mais longos, possuem o centro de massa posicionado mais a ré, o que beneficia a balística interna. Para preservar sua virtude aerodinâmica, eles devem voar com a ponta para frente na fase da balística exterior, o que gera um equilíbrio instável que é contrabalançado pelo efeito giroscópico da rotação imposta pelo raiamento. Não obstante, a tendência de tais projéteis é perderem estabilidade com a redução da velocidade ou quando alguma força externa atua sobre sua ponta, o que sói acontecer no alcance máximo, em caso de ricochete ou na fase da balística terminal.

Quanto maior a resistência ao avanço, maior o arrasto e a perda de velocidade. Variações no fator de forma irão determinar a capacidade de um projétil de negociar sua passagem pelo meio que deve vencer, seja o ar ou sejam tecidos vivos, o que terá reflexos na esteira produzida pelo deslocamento e conseqüências no canal que o projétil irá perfurar sobre o alvo. Conforme Kocher observara, munição para fuzil com projéteis ET pontiagudos de elevada densidade seccional tende a afastar o tecido do seu caminho, ao invés de rompê-lo, o que faz com que suas cavidades permanentes tenham diâmetro entre 65 e 70% do seu calibre.

⁶ crise aguda de insuficiência cardiovascular, quando o coração não consegue manter a pressão nos vasos e não é capaz de irrigar o corpo com quantidade suficiente de oxigênio, geralmente ocasionado por grave perda de sangue.

Se o mesmo projétil tiver a extremidade da ponta truncada, o que é chamado de *metplate* (que facilita o manejo da munição), a cavidade permanente terá cerca de 70 ou 80% do calibre. Projéteis expansivos, por seu lado, rompem e rasgam o tecido e geram cavidades permanentes acima de 80% de seu diâmetro expandido, não raro com 90% ou mais. Munições para armas de porte possuem ogivas de ponta redonda e tendem a produzir cavidades permanentes também com diâmetro entre 65 e 70% de seu calibre (SCHAEFER, 2006).

Assim, para uma mesma velocidade de boca, projéteis de elevada densidade seccional vencem a resistência ao avanço com menos dificuldade e mantêm sua trajetória por mais tempo, seja no ar ou em qualquer outro meio, desde mantenham atitude estável com a ponta para frente. Projéteis de reduzida densidade seccional sofrem desaceleração ao penetrar o corpo humano e transferem parte de sua energia para o meio circundante, o que também terá influência no trauma causado. Isso ocorre com projéteis que se deformam ou que alteram sua densidade seccional em meios mais densos, como os projéteis expansivos, ou com projéteis que não se deformam mas que estejam desequilibrados, cuja tendência é girar 180° ao redor do centro de gravidade e terminar com a base para frente.

As variadas quantidades de energia cinética que os projéteis podem apresentar estão relacionadas com as cargas de pólvora dos diferentes cartuchos. Para munições militares os cartuchos das armas de porte são menores que os das armas portáteis e, conseqüentemente, possuem menos carga, o que os torna mais lentos. Isso está relacionado com a construção das armas e com as pressões que podem suportar. Mesmo munições especiais, como as do Magnum .44 pol, que possuem cartuchos mais longos e maior carga, não produzem a mesma quantidade de energia que as munições para fuzis. Por sua vez, para reduzir o coice e facilitar o manejo da arma, fuzis de assalto e metralhadoras modernas costumam utilizar cartuchos intermediários, que são um pouco mais curtos e possuem menos carga que os cartuchos dos fuzis mais antigos.

Como visto no item 2.2, as variações da carga de pólvora de um cartucho irão determinar, em última análise, a velocidade de boca para um dado projétil. Por outro lado, se houver variações do peso do projétil para uma mesma carga, haverá nitidamente uma variação da velocidade de boca, o que permite estabelecer uma correlação entre velocidade e peso que é importante para determinar a energia cinética associada a cada tipo de munição. Para os modernos fuzis de assalto de fogo central, um projétil mais leve (de menor calibre), favorece a portabilidade e o manejo do armamento, pois permite fabricar uma arma igualmente mais leve por lidar com forças menores, mas não irá atingir o mesmo nível de energia que um projétil

mais pesado (de maior calibre), uma vez que obter a velocidade necessária para tal está além dos limites práticos que a tecnologia moderna pode oferecer (RINKER, 2006, p. 209). Como energia é o produto da massa pelo quadrado da velocidade, nos limites superiores da velocidade pequenas variações de massa possuem maior significado.

Conforme Kocher observara, um projétil transfere energia para o alvo de quatro maneiras diferentes. O processo ocorre pela interação direta do projétil com o alvo, no qual o primeiro perde velocidade na razão direta em que trabalho é realizado sobre o segundo. Um dos efeitos mais destrutivos, também conhecido como “choque hidrostático”, é o que troca maior quantidade de velocidade por trabalho, para a formação da pressão hidrostática que irá distender os tecidos radialmente à passagem do projétil, naquilo que é conhecido por cavidade temporária. Quanto maior a velocidade maior o potencial de se produzir uma grande cavidade temporária, o que aumenta a probabilidade de se produzir traumas secundários, não diretamente relacionados com a trajetória do projétil, pela ruptura dos tecidos distendidos, dado que uma cavidade temporária pode chegar a ter 30 vezes o diâmetro da cavidade permanente (NUNAMAKER, 1985). Existe uma linha de abordagem, conhecida como “escola das cavidades temporárias”, que considera que os danos causados por esse efeito são potencialmente mais letais que os produzidos pela cavidade permanente pura e simples, algo que deve ser explorado no projeto e na construção das munições (SCHAEFER, 2006).

Como velocidade e energia têm influência direta sobre a cavidade temporária, projetis mais leves e de grande velocidade podem concorrer para produzir ferimentos severos que, de outra forma, não seriam de se esperar de sua pouca massa. Esse é o princípio utilizado nas munições de pequeno calibre para fuzis de assalto, como a de 5,56 mm OTAN (M-16) ou a de 5,45 mm russa (AK-74), também aplicado de uma forma geral para o armamento portátil. Como exemplo, um projétil comum 5,56x45mm (calibre x comprimento do cartucho), de 55GR, possui velocidade de boca de 965 m/s e $E_k=1.660$ joules (j), contra 838 m/s e 3.276j de um projétil comum 7,62x51mm, de 144GR (CBC, 2007). Aparentemente o projétil de maior calibre tem um potencial superior de produzir danos, tanto pela cavidade permanente quanto pela temporária, mas existem outros fatores de ordem prática que podem conferir vantagem para o calibre menor além da mera portabilidade, como será visto no item 3.3.

A comparação entre grandes buracos e grandes cavidades não é simples, uma vez que depende das circunstâncias do tiro, do armamento utilizado e da parte do corpo que é atingida, com conseqüências muito variáveis. Para o armamento de porte, que lida com energias menores, cavidades temporárias são mais eficazes contra tecidos de natureza

incompressível (aquosos), com pouca ou nenhuma elasticidade, como o cérebro, o fígado ou os rins, cuja tendência é romper de forma explosiva. Contra tecidos de boa elasticidade, como músculos, pulmões ou intestinos, o efeito tem resultados mínimos. Assim, se um projétil lento de maior calibre consegue penetrar fundo e romper a parede da aorta, isso terá conseqüências bem mais graves que um projétil menor e veloz que simplesmente passe próximo sem tocá-la (FACKLER, 1987). Contra grandes ossos não é provável que ocorra uma fratura mesmo no caso de impacto direto (NUNAMAKER, 1985).

Para o armamento portátil existe alguma diferença, uma vez que a maior quantidade de energia gera processos mais violentos e um maior choque hidrostático. Contra os tecidos inelásticos, de comportamento aquoso, o efeito é devastador. A FIG. 9 mostra o tipo de lesão catastrófica que um projétil de alta velocidade pode ocasionar quando penetra o crânio humano (em função da elevada pressão hidrostática que se forma), algo que projetis grandes e lentos não têm a capacidade de fazer, apesar de que, em tais circunstâncias (tiro na cabeça), ambos possam ser extremamente letais. Contra os tecidos elásticos, a maior cavidade temporária pode, ocasionalmente, produzir distensão além dos limites de ruptura, o que causa danos permanentes com eventual hemorragia interna. No caso de tiros no torso, haverá maior compressão contra a caixa torácica, o que também pode causar danos extras. Com relação aos grandes ossos, um impacto direto ocasiona grave fratura com extensa fragmentação do osso, ao passo que, se o projétil passar próximo, a cavidade temporária poderá produzir uma fratura mais simples, denominada “fratura indireta” (NUNAMAKER, 1985).



FIGURA 9 – Um antropologista examina um crânio fragmentado por um projétil de alta velocidade na Fundação Guatemalteca de Antropologia Forense.
Fonte: BEVAN, 2006, p. 37.

Adicionalmente, existe um efeito secundário derivado da propriedade que o som tem

de se deslocar pelos tecidos vivos com velocidade quase cinco vezes superior que no ar (cerca de 1.500 m/s), que é denominado “onda de pressão sônica” ou “onda de choque”. O efeito não dura mais que 2 μ s, mas pode atingir um pico de pressão de até 100 atm (HOLLERMAN, *et al*, 1990, p. 686). A FIG. 10 mostra o arco de pressão que se forma avante do projétil na fase da balística terminal. Contudo, a contribuição das ondas de choque para o trauma sistêmico é controversa, uma vez que, diferentemente da pressão hidrostática, a pressão sônica não desloca os tecidos e seus efeitos são difíceis de observar, devido à superposição dos efeitos maiores da cavidade temporária. Não obstante, existe uma teoria sobre possíveis efeitos no sistema nervoso, por indução de atividade elétrica, que poderia em casos extremos ocasionar falhas cardíacas (JUSSILA, 2005, p.37). Da mesma forma, as ondas de pressão que viajam por todo o corpo geram anomalias na pressão sanguínea que, eventualmente, podem causar a ruptura de vasos capilares em diversos órgãos com possibilidade de trombose (JUSSILA, 2005, p.38).

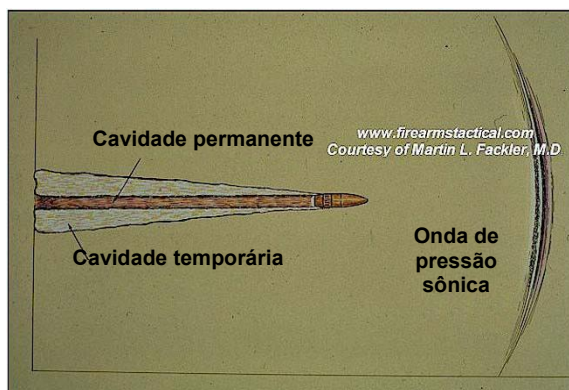


FIGURA 10 – representação esquemática da onda de pressão sônica
Fonte: NICHOLAS, 2004, p. 15.

3.2 Poder de parada

A busca pelo poder de parada, ou a capacidade de nocautear um adversário com um único e potente tiro, esteve sempre presente na literatura e na crença dos utilizadores de armas de fogo. Muitas vezes, na percepção do atirador, isso efetivamente ocorre quando o assaltante tomba inerte com somente um tiro. A questão é que o que produz a incapacitação ou a morte imediata de uma pessoa é um conjunto de fatores que variam de uma circunstância para outra, não uma capacidade intrínseca de um dado projétil. Um indivíduo ao receber um tiro irá reagir tanto anatomicamente quanto psicologicamente ao ferimento (DI MAIO, 1999, p. 379), e quanto maior o trauma sistêmico, maior a probabilidade de fazer cessar a condição ou a vontade de um adversário permanecer na luta. Na verdade, a discussão sobre o poder de parada está mais relacionada com o armamento de porte do que com o armamento portátil,

uma vez que envolve não somente as ações militares, mas a ação das forças policiais em confrontos a curta distância, nos quais uma diferença de poucos segundos na duração do evento pode fazer diferença entre a vida e a morte.

A noção de que um projétil é capaz de movimentar um objeto qualquer pela força de seu impacto está relacionada com seu *momentum*, ou quantidade de movimento (Q), que é o produto da massa pela velocidade, e não com sua energia cinética. No momento do impacto, o projétil transfere movimento para o alvo, mas o total de Q permanece inalterado. Assim, ao se conhecer a massa e a velocidade do projétil e a massa do alvo, por simples regra de três se encontra a velocidade transferida (RINKER, 2006, p. 343). Por exemplo, se um projétil de 9mm, com 6,9g e velocidade de 385 m/s (distância de 16m) atinge uma pessoa de 80Kg, a quantidade de movimento do projétil (Q_p) será igual à quantidade de movimento transferida para o alvo (Q_a), que resultará em uma velocidade de apenas 0,03 m/s, o que é insignificante em termos práticos. O desenvolvimento abaixo mostra as etapas do cálculo:

$$Q_p = Q_a \Rightarrow m_p \cdot v_p = m_a \cdot v_a \Rightarrow 6,9 \cdot 385 = 80.000 \cdot v_a \Rightarrow v_a = 2.656,5 / 80.000 = 0,03 \text{ m/s}$$

É muito importante ter em mente que a certeza de uma incapacitação imediata só ocorrerá se o projétil atingir uma área vital do cérebro ou a medula espinhal, algo que está dentro das possibilidades de qualquer projétil, independente de suas propriedades balísticas, mas que não é tão fácil de fazer devido às dimensões reduzidas do alvo. Como o cérebro tem condições de funcionar por 10 a 15 segundos sem oxigênio e sem pressão sanguínea, um indivíduo poderá continuar a combater por esse período e chegar a descarregar um pente de arma automática contra seu agressor. Se o fluxo de sangue não for completamente interrompido para o cérebro, um indivíduo poderá continuar atuante até perder cerca de 25% de seu volume total de sangue, o que pode ocorrer muito rápido ou muito devagar, dependendo da reação do corpo ao trauma. Desta forma, é a natureza da estrutura danificada que causa incapacitação, não a natureza do projétil (DI MAIO, 1999, p. 381-382).

Um indivíduo mortalmente ferido ainda pode constituir uma formidável ameaça, principalmente se estiver sob o efeito de drogas que inibam as reações defensivas naturais do organismo em caso de traumas muito severos. Uma pessoa normal que leve um tiro no coração provavelmente irá desfalecer pelo choque, apesar de ainda não estar morta, o que poderá não ocorrer com um indivíduo narcotizado, que ainda disporá de seus 10 a 15 segundos para produzir danos. Em uma dada ocasião, um indivíduo completamente drogado, armado com uma pistola, tentou roubar um restaurante cheio de pessoas. O dono do

restaurante reagiu com um revólver Magnum .357 pol municiado com projetis expansivos de ponta oca. No entrevero que se seguiu, o assaltante levou 18 tiros!, a maioria no peito, antes de finalmente largar sua arma e tombar ao chão. Ao longo da ação, o dono do restaurante recarregou seu revólver por duas vezes e continuou a atirar, uma vez que o criminoso estava de tal forma dopado que seu corpo já não respondia a qualquer estímulo interno ou externo (RINKER, 2006, p. 357).

Em outra situação, ocorrida em Baton Rouge, na Louisiana, em 1977, dois policiais surpreenderam um assaltante no ambiente confinado de um quarto de dormir. Os policiais estavam armados com revólveres .38 pol especiais, com munição expansiva de ponta oca, enquanto que o ladrão era um indivíduo grande e robusto sob o efeito de drogas. Houve uma luta inicial pela posse do revólver de um dos policiais, quando o criminoso levou um primeiro tiro no pulso disparado pelo segundo policial (uma mulher). O primeiro policial recuperou o controle de sua arma e disparou outros dois tiros no peito de seu contendor. O indivíduo se voltou contra a policial, tomou a arma da sua mão e disparou um tiro contra seu peito, que atingiu seu coração e a matou quase imediatamente. Ato contínuo, os dois homens voltaram a se atracar pelo controle das duas armas, em uma luta longa e dura (RINKER, 2006, p. 358).

Em um dado momento, o policial conseguiu disparar um quarto tiro à queima roupa no lado esquerdo do abdômen do indivíduo, novamente sem qualquer efeito visível. O assaltante conseguiu, então, esfaquear o policial nas costas, mas permitiu que ele se desvencilhasse e recarregasse sua arma. O policial disparou mais duas vezes, uma contra a parte superior do abdômen e outra contra o topo da cabeça, o que fez o criminoso tombar. Todavia, isso não seria o suficiente. Passados poucos instantes o indivíduo se recuperou e se levantou, disposto a continuar a luta mortal. O policial disparou mais quatro tiros, dois no peito e um no abdômen, mas foi o último tiro, que acertou o quadril e quebrou a pélvis, que finalmente derrubou o meliante. O indivíduo ainda tentou se arrastar, mas acabou por morrer exangue. A quantidade de drogas ingerida pelo assaltante induziu um transe narcótico que o manteve em ação muito além dos limites razoáveis para uma pessoa normal (RINKER, 2006, p. 359).

Nas duas situações descritas acima, projetis expansivos de ponta oca isolados não se mostraram suficientemente eficazes em sustar a ação dos oponentes, para o que foi necessário o efeito conjunto de vários tiros. Como os principais órgãos e vasos sanguíneos estão a uma profundidade de cerca de 15 cm, a partir de uma vista frontal do torso de um homem adulto (SCHAEFER, 2006), se um projétil se expande antes de penetrar fundo o suficiente, pode não

obter o efeito desejado de deter um adversário com brevidade. A FIG. 11 apresenta o perfil do ferimento de um projétil ponta oca calibre .38 pol, como ilustração. Alguns especialistas consideram que armas de porte devam utilizar projetis de maior calibre, energia, poder de penetração e expansão, de forma a aumentar a probabilidade de incapacitação do alvo com a menor quantidade de tiros possível (RINKER, 2006, p. 359).

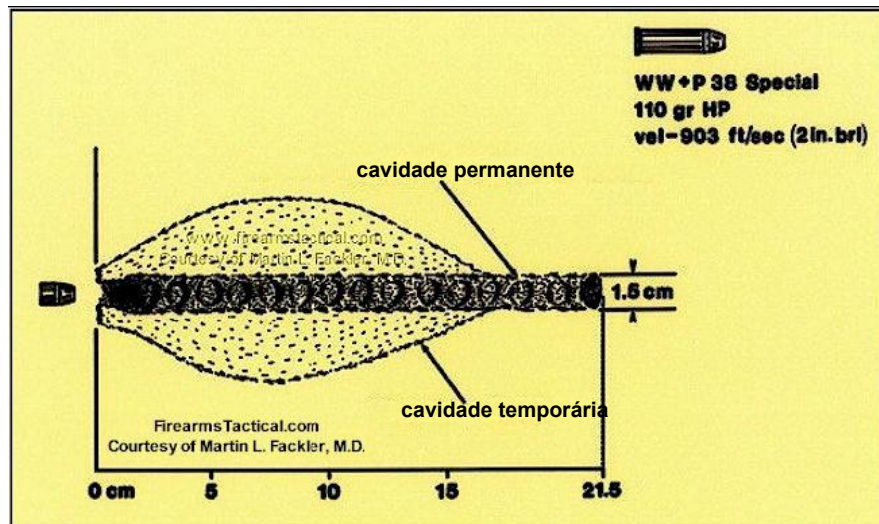


FIGURA 11 – perfil do ferimento causado por projétil de ponta oca .38 pol especial ponta oca (HP).

Fonte: NICHOLAS, 2004, p. 14.

Em termos militares, essa noção existe há algum tempo, nascida do conhecimento empírico obtido em combate desde o último quarto do século XIX, quando projetis como o .45 pol *Long Colt* e o Winchester .44 pol já demonstravam possuir uma singular capacidade de deter um agressor com um ou dois disparos. No exército britânico, o revólver Webley .455 pol, conhecido como *Manstopper*, era de uso regulamentar justamente por possuir as mesmas características de poder de parada. Assim, no início do século XX, o Departamento de Defesa dos E.U.A. formou uma comissão para estudar o assunto (Comissão Thompson La Garde), cujas conclusões levaram as forças armadas norte-americanas a adotar a pistola semiautomática Colt, modelo 1911, de munição .45 ACP (de *Auto Colt Pistol*) com projétil ET, como a arma de porte da infantaria, devido ao poder de choque superior aos demais tipos de armamento de mesmo emprego (VANZETTI, 2007). Tal escolha, que perdura até hoje, atesta a eficácia dos projetis lentos e pesados da “escola dos grandes buracos”. A TAB. 2 permite notar o grande incremento de danos que uma pequena variação de calibre pode causar, o que favorece os projetis de maior calibre com grande poder de penetração.

TABELA 2

Valores comparativos das áreas de impacto dos calibres de armas de porte

| calibre | área de impacto (pol ²) | incremento da área |
|---------|-------------------------------------|--------------------|
|---------|-------------------------------------|--------------------|

| | | |
|-----------------|------|-----|
| 9 mm (.354 pol) | .098 | - |
| .357 pol | .101 | 2% |
| 10 mm (.40 pol) | .125 | 27% |
| .41 pol | .132 | 34% |
| .44 pol | .152 | 47% |
| .45 pol | .159 | 63% |

Fonte: SCHAEFER, 2006.

O poder de choque da .45 ACP é um misto de choque hidrostático com poder de penetração, para produzir o pior efeito possível sobre o adversário e tentar incapacitá-lo pronto. Do ponto de vista médico, se expansão é benéfico, penetração é essencial (RINKER, 2006, p. 338). Não obstante, essa é uma vantagem militar cuja aplicação em ambiente civil, mormente por forças policiais em ambiente urbano, pode não ser adequada, em face do risco que representa para outras pessoas. A FIG. 12 mostra o perfil do ferimento de um projétil ET 9 mm e seu grande poder de transfixação. As virtudes dos projetis expansivos são, em primeiro lugar, sua tendência em permanecer no interior do corpo, uma vez que a expansão reduz a densidade seccional, aumenta a perda de velocidade e reduz a penetração, o que diminui a probabilidade de uma transfixação que vá atingir algum inocente. Em segundo lugar, os projetis expansivos ricocheteiam mal, pois tendem a quebrar ou expandir e perder velocidade ao atingir algum obstáculo duro, o que também contribui para evitar danos colaterais imprevistos (DI MAIO, 1999, p. 381).

cavidade temporária

cavidade permanente

FIGURA 12 – perfil do ferimento causado por projétil 9 mm ET.

Fonte: NICHOLAS, 2004, p. 14.

Dentro dos esforços para se quantificar o poder de parada de uma forma simples, para facilitar as comparações e a escolha da munição, destaca-se o trabalho do General Julian Hatcher, do Exército norte-americano, que, entre 1927 e 1935, com base nos testes da Comissão Thompson La Garde (VANZETTI, 2007), desenvolveu uma fórmula denominada de *Relative Stopping Power* (RSP), que atribui o poder de parada essencialmente ao produto

da quantidade de movimento no impacto, pela área da seção reta (função do calibre) e pelo fator de forma (S_p), conforme ilustrado abaixo (RINKER, 2006, p. 360). A expansão dos projetis não é considerada de forma direta, mas, como altas velocidades exercem grande influência no resultado final, existem efeitos da energia embutidos no cálculo.

$$RSP = m_p \cdot v_p \cdot A_p \cdot S_p$$

Posteriormente, em 1983, de forma a estabelecer um parâmetro de comparação para as munições expansivas em uso pelas forças policiais, o Instituto Nacional de Justiça dos E.U.A. encomendou uma pesquisa conduzida pelo Laboratório de Pesquisa Balística do Exército norte-americano, que levou em conta a cavidade temporária produzida no impacto e conduziu uma ampla gama de testes envolvendo vários parâmetros de natureza balística. O resultado final não foi uma fórmula, mas uma relação dos valores atribuídos a cada tipo de projétil testado e que recebeu a denominação de *Relative Incapacitation Index* (RII) (RINKER, 2006, p. 361).

A comparação dos valores de RSP e RII faz retornar à discussão sobre grandes calibres e grandes cavidades temporárias e, apesar de haver algumas críticas quanto à natureza imprecisa do cálculo da RSP, testes realizados pelo FBI, em 1989, também lançaram dúvidas sobre a verdadeira representatividade dos valores de RII, por terem considerado que o enfoque no choque hidrostático foi demasiado em face dos resultados da vida real (RINKER, 2006, p. 364). Não obstante, algum conhecimento prático ainda pode ser obtido desses dois métodos, e o APÊNDICE A apresenta uma tabela comparativa entre os dois valores para os tipos mais comuns de munição para armas de porte.

Alguns outros autores também criaram seus próprios critérios comparativos para o poder de parada dos diversos tipos de projetis. Uma forma bastante simplificada leva em conta somente a energia cinética ao chegar e considera que um impacto a partir de 80 joules causa incapacitação por um breve período de tempo, enquanto que um impacto igual ou superior a 200 joules causa incapacitação definitiva ou a morte (VANZETTI, 2007). Como destaque, pode ser mencionado um autor de nome John Wootters, que criou uma fórmula que associa a densidade seccional (DS_p), a energia cinética (E_{kp}) e o calibre (d_p) para obter aquilo que ele denominou de *Wootters Lethality Factor* (WLF), numa tentativa de integrar tanto o poder de penetração quanto os benefícios do choque hidrostático e que é representado pela fórmula: $WLF = DS_p \cdot E_{kp} \cdot d_p$ (VANZETTI, 2007).

3.3 Nevascas de chumbo

Os primeiros projetis ET para fuzil tinham o comportamento que o Dr. Kocher considerava humanitário graças ao seu elevado poder de transfixação, sua maior densidade seccional (vide TAB. 1) e sua menor velocidade de boca, utilizados que eram em fuzis de repetição de limitada tecnologia e com pentes com capacidade para não mais que dez cartuchos. O desenvolvimento dos fuzis de assalto, a partir da 2ª Guerra Mundial, alterou alguns requisitos, em face do aumento da cadência de tiro e da capacidade dos pentes. Em prol do manejo da arma e da precisão do tiro automático, era necessário reduzir a força de reação, ou o coice propriamente dito, pela redução da massa dos projetis e da carga do propelente, o que conduziu aos cartuchos intermediários característicos dos fuzis de assalto. O conjunto de alterações melhorou o controle sobre as armas em fogo automático e garantiu precisão à longa distância, mas alterou o comportamento balístico dos projetis, principalmente na fase da balística terminal. Este é o caso de fuzis como o AK-47 e o FAL, ambos com o calibre de 7,62 mm, que é um dos mais experimentados calibres de emprego militar.

Com projetis de menor massa foi possível aumentar a velocidade de boca mesmo com menor carga de pólvora, mas houve redução da densidade seccional. Com maior velocidade os novos projetis ET ganharam uma capacidade adicional de perfurar alvos coesivos, o que é uma efetiva vantagem militar contra blindagens leves que possam conferir alguma proteção ao combatente adversário. No entanto, com menor densidade seccional e maior resistência à penetração em alvos viscosos e aquosos, devido à velocidade, os projetis mais leves passaram a sofrer um maior arrasto no interior do corpo humano, o que alterou significativamente o perfil do ferimento, em comparação com aqueles que Kocher observara com os projetis mais lentos do fuzil *Mannlicher-Carcano*, de 6,5 mm (vide FIG. 6). A maior velocidade também conferiu maior energia aos projetis, com reflexo adicional no ferimento como um todo. O APÊNDICE B apresenta, nas FIG. 13 e 14, os perfis de ferimento tipo de um projétil ET 7,62 mm OTAN de 9,7g a 862 m/s (fuzil FAL) e de um projétil ET 7,62 mm russo de 7,23g a 713 m/s (fuzil AK-47).

Como pode ser observado nas figuras citadas, os projetis começam a perder velocidade no momento em que adentram o corpo humano, mas com taxas diferentes. Em um determinado momento a perda de velocidade compromete a estabilidade e o projétil começa a girar ao redor do seu centro de massa. Quando o eixo longitudinal atinge o ângulo de 90° em relação à trajetória, a desaceleração atinge seu ápice, o que faz com que haja maior transferência de energia e expansão máxima da cavidade temporária, que passa a decrescer na

medida em que o projétil completa a rotação para a nova posição de equilíbrio, com a base para frente. O projétil da OTAN, apesar da maior densidade seccional, inicia o processo com menor profundidade que o projétil russo, por sofrer maior resistência devido a sua velocidade. Como o tórax de um homem adulto tem cerca de 26,6 cm de profundidade, do peito às costas (VANZETTI, 2007), para tiros no torso o projétil da OTAN tem o potencial de produzir maior dano ainda no interior do corpo, ao passo que o projétil russo só iniciará giro significativo muito próximo à saída, com potencial de transfixar o corpo com danos comparativamente menores.

Independente dos ferimentos causados pelo acréscimo da pressão hidrostática, uma conseqüência dos tiros com modernos projetis de grande energia é a desvitalização dos tecidos adjacentes ao canal permanente. No tratamento de uma vítima de tiro de fuzil de fogo central, a literatura médica prevê que o cirurgião deva fazer a excisão de todo tecido morto ao longo do canal, para evitar o risco de um tipo especialmente mortal de infecção anaeróbica, que é a gangrena gasosa (JUSSILA, 2005, p.31). Isso inclui a remoção do tecido potencialmente morto por questão de segurança, principalmente em hospitais de campanha, de forma a reduzir o risco de complicações na convalescença, o que, em última análise, aumenta o ferimento original. Alguns autores, como o Dr. Martin Fackler, argumentam que a correta e oportuna aplicação de antibióticos é suficiente para contornar o problema, em benefício da preservação de maior quantidade de tecido, mas isso ainda é controverso (FACKLER, 1987).

O principal argumento contra os projetis expansivos é a elevada pressão hidrostática formada no interior do corpo pela massiva perda de velocidade, que causa um ferimento muito maior que o necessário para colocar um adversário fora de ação, pelo menos segundo o argumento articulado pelo Dr. Kocher. Tal capacidade não seria humanitariamente correta por violar o princípio da proporcionalidade, mas a experiência de combate com os projetis ET das primeiras gerações, como em Chitral, não pareceu confirmar tal concepção. Dessa forma, não causa surpresa que o subsequente desenvolvimento dos armamentos não tenha se fiado no grande potencial de transfixação idealizado por Kocher. No caso dos projetis 7,62 mm vistos acima, a cavidade temporária é formada antecipadamente, ainda no interior do corpo humano, o que aproxima seu comportamento ao dos projetis expansivos.

Existem casos em que o comportamento se torna ainda mais aproximado. Projetis 7,62 mm de origem iugoslava, para o fuzil AK-47, têm a tendência de girar muito antes, em apenas 9 cm de profundidade, o que os torna mais danosos que seus correspondentes russos. A FIG. 14 sem os primeiros 17 cm resulta em uma boa aproximação do perfil do ferimento

desse projétil (FACKLER, 1989, p. 60). No caso dos projéteis 7,62 mm OTAN, pode ocorrer uma diferença de construção aparentemente sutil, mas de efeito marcante, relacionada com a espessura da jaqueta metálica. Nos projéteis de origem alemã a jaqueta é mais fina do que nos projéteis de origem norte-americana, cerca de 50%, o que causa uma vasta diferença de desempenho no interior do corpo humano. O projétil alemão começa a girar com apenas 8 cm de profundidade e se rompe no canaleta. A ponta, com cerca de 55% da massa restante, segue até uma profundidade de 58 cm (na gelatina balística), ao passo que a base se fragmenta com máxima transferência de energia. A cavidade temporária desse projétil atinge cerca de 22 cm de diâmetro, enquanto que a cavidade permanente atinge um diâmetro máximo de 11 cm (FACKLER, 1989, p. 62), o que é muito letal. A FIG. 15a do APÊNDICE B apresenta os projéteis de origem alemã e norte-americana antes e depois do tiro, como ilustração.

Para efeito de comparação, a FIG. 16 (APÊNDICE B) apresenta o perfil do ferimento de um projétil expansivo (SP) calibre 7,62 mm, que é equivalente ao de um projétil de ponta oca do mesmo calibre. Ao penetrar no corpo o material macio da ponta começa a se deformar e expandir (ou romper as paredes da cavidade frontal, no caso da ponta oca) logo nos primeiros centímetros, com alguma perda de massa (fragmentos). Com a brusca variação da densidade seccional o projétil desacelera fortemente e produz uma cavidade temporária proporcional à grande quantidade de energia depositada. Como conseqüência, os tecidos próximos à trajetória do projétil são estendidos além do limite de sua elasticidade e não reverterem mais à posição inicial, o que aumenta o diâmetro da cavidade permanente. Adicionalmente, as estilhas do projétil cortam e enfraquecem o tecido radialmente, o que contribui para as rupturas causadas pela cavidade temporária (FACKLER *et al*, 1984, p. 38). O dano máximo ocorre a uma profundidade que corresponde ao centro do tórax de um homem adulto, o que é potencialmente fatal.

O conhecimento de que a fragmentação dos projéteis causa maior ruptura de tecidos é fruto do estudo do desempenho dos projéteis de pequeno calibre surgidos nas décadas de 60 (5,56 mm norte-americano – fuzil M-16) e 70 (5,45 mm soviético – fuzil AK-74). Na percepção de Kocher um projétil só viria a se fragmentar caso se chocasse contra um osso (FACKLER, 1991, p. 154), o que produziria grandes ferimentos, mas estudos posteriores permitiram concluir que, para projéteis ET de alta velocidade que atingem um osso, o projétil não se fragmenta, mas as estilhas do osso irão atuar como projéteis secundários para a ampliação dos danos (FACKLER *et al*, 1984, p. 35). Na verdade, a fragmentação de um projétil no interior do corpo é conseqüência de altas velocidades em meios viscosos ou

aquosos e independe do choque contra algum osso. O efeito ocorre com as munições de fogo central para armas portáteis e é mais freqüente em projetis expansivos que em projetis ET, os quais, via de regra, mantêm sua integridade mesmo depois de transfixar o corpo humano (DI MAIO, 1999, p. 176). O espalhamento das estilhas no interior do corpo faz surgir nas chapas radiológicas um quadro característico denominado “nevasca de chumbo” (*lead snowstorm*) (DI MAIO, 1999, p. 177-189), por lembrar flocos de neve, que pode ser observado na FIG. 17 do APÊNDICE B.

O desenvolvimento dos projetis de pequeno calibre foi baseado na concepção de um armamento mais leve, de boa portabilidade, fácil manejo e elevado poder de fogo (pentes com 30 cartuchos) para o soldado de infantaria, que compensasse a menor massa do projétil com maior velocidade e energia, para manter sua efetividade em combate. Não obstante, apesar de projetis mais leves poderem atingir maiores velocidades de boca e trajetórias mais tensas que projetis mais pesados, seu desempenho na fase da Balística Externa é pior e sua taxa de desaceleração aumenta com a distância, devido a um coeficiente balístico inferior. A perda de velocidade influencia os projetis mais leves, cuja tendência é girar na fase final de uma trajetória longa por perda de estabilidade (RINKER, 2006, p. 214). Os projetis 5,56 mm originais, de 55 GR, usados no fuzil M16A1, apresentam esse problema, motivo pelo qual foi desenvolvido o projétil mais pesado de 62 GR para o novo fuzil M16A2, com raiamento de maior giro.

Todavia, tal modificação não foi suficiente para alterar uma das principais características dos projetis 5,56 mm OTAN, cuja combinação de baixa densidade seccional com alta velocidade (a mais alta velocidade entre as munições para fuzis de fogo central) cria uma elevada resistência no interior de alvos viscosos e aquosos, que faz o projétil girar a pouca profundidade e aumenta a probabilidade de haver separação entre a jaqueta e o núcleo do projétil, o que irá alterar significativamente o perfil do ferimento. Os projetis 5,56 mm são os únicos projetis ET que possuem a tendência de permanecer no interior do corpo, justamente devido à fragmentação. Tanto o projétil de 55 GR, quanto o de 62 GR, tendem a quebrar no canote, o que mantém a ponta relativamente intacta, mas estilhaça o núcleo de chumbo e o restante da jaqueta (DI MAIO, 1999, p. 177-190). Por causa disso, esses projetis chegaram a ser descritos como “explosivos” e foram muito criticados durante a Guerra do Vietnã por suas características “inumanas” (O’BRIEN, 2004, p. 232), apesar de não existir restrições de ordem humanitária para esse tipo de comportamento. A tendência de se fragmentar reduz com a distância, na medida em que a velocidade do projétil diminui, e passa

a ser praticamente inexistente para distâncias maiores que 200m (FACKLER, 1989, p. 62). A FIG. 15b do APÊNDICE B mostra o padrão de fragmentação dos projetis 5,56 mm de 55 GR para valores decrescentes de velocidade.

Os perfis do ferimento das munições 5,56 mm OTAN 55 GR e 62 GR podem ser vistos nas FIG. 18 e 19 do APÊNDICE B, respectivamente. O comportamento é semelhante ao da munição 7,62 mm OTAN de origem alemã, visto acima, e causa extensos danos devido à fragmentação. Em ambientes urbanos, onde os confrontos armados usualmente ocorrem à curta distância, o potencial do trauma será máximo, conforme se depreende da FIG. 15b. Em complemento, existe uma situação em que pode haver um incremento dos danos, caso um projétil de 62 GR seja utilizado em um fuzil com o raiamento antigo (M16A1). Com menos giro o projétil mais pesado deixa a arma bastante instável e pode chegar até a 70° de inclinação com relação à trajetória, o que o faz quebrar no contato com o corpo e produz um grande ferimento de entrada, com considerável perda de tecido (FACKLER, 1989, p. 62).

Por fim, cabe comentar sobre o comportamento do projétil 5,45 mm para o fuzil AK-74, desenvolvido dentro da mesma concepção para os projetis de pequeno calibre vista acima. Esse projétil possui uma construção peculiar que demonstra a preocupação dos projetistas em garantir um potencial maior de danos, em comparação com o perfil do ferimento do projétil 7,62 mm do fuzil AK-47, que ele veio a substituir nas forças armadas soviéticas. Como pode ser visto na FIG. 20 do APÊNDICE B, o projétil 5,45 mm começa a girar antecipadamente e cria uma grande cavidade temporária a uma profundidade equivalente ao centro do tórax de um homem adulto. Isso é devido a um espaço vazio colocado na ponta do projétil, entre a jaqueta e o núcleo, que desloca o centro de massa ainda mais para ré, o que aumenta a instabilidade e a tendência a girar quando adentra alvos viscosos ou aquosos. Em concomitância, com a brusca desaceleração, o núcleo corre para frente para preencher o espaço vazio, o que contribui ainda mais para o giro e para a alteração da trajetória original. Essa característica única torna o projétil 5,45 mm mais letal, apesar de que, ao contrário do que se supunha, não favorece a fragmentação (FACKLER, 1989, p. 60).

4. UTILIDADE MILITAR

Nada representa mais um conflito armado que um soldado e seu fuzil. Ao longo da história, o papel da Infantaria para a conclusão dos problemas militares tem sido determinante, independente da escala do conflito e da tecnologia envolvida, uma vez que as

guerras se decidem sobre a terra. As características do conflito moderno, no entanto, aproximaram o combate cada vez mais do ambiente urbano e da população civil, o que trouxe um problema adicional, de ordem humanitária, para o comandante militar. Em concomitância, a concepção de emprego da força militar sofreu alterações significativas a partir da última década do século XX, com o fim da Guerra Fria, no sentido de direcionar as capacidades existentes para conflitos de baixa intensidade e operações outras que não as de guerra, com destaque para as Operações de Paz, o que colocou em evidência ainda mais a questão da proximidade dos civis das operações de caráter militar. No campo interno, o emprego das forças armadas na solução de problemas de segurança pública, nas chamadas operações de GLO, ou para prover segurança para instalações militares e seu entorno imediato, também trouxeram o mesmo tipo de problema, pela característica do armamento utilizado.

Apesar de o DICA ter aplicação circunscrita aos conflitos armados, de uma forma geral seus preceitos são estendidos para as operações de paz desenvolvidas sob mandato da ONU, uma vez que não existe qualquer outro dispositivo ou norma internacional que regule o emprego da força militar de forma tão pormenorizada. Contudo, as normas do DICA não são completas e possuem um processo de atualização lento e de difícil coordenação. Dessa forma, uma norma especificamente voltada para a emergente tecnologia das armas de fogo e suas munições, consubstanciada na Declaração de Haia de 1899 e concebida para beneficiar os feridos das forças armadas em batalhas que envolvessem quase exclusivamente pessoal militar, não sofreu qualquer ajuste em mais de cem anos que a adaptasse ao ambiente não linear e complexo do moderno combate urbano, em que a multiplicidade de obstáculos, a visada limitada, o grande poder de transfixação dos projetis e a proximidade dos não-combatentes causa um grave problema de segurança para aqueles a quem as normas humanitárias deveriam proteger em primeiro lugar: os civis.

Não obstante, vale lembrar que cada Estado é uma entidade suprema para a qual nenhuma norma pode ser ditada, e que a ordem jurídica internacional, e como consequência o DICA, surge como manifestação da soberania dos Estados, fruto da sua vontade coletiva e dependente da sua coordenação e aquiescência, como parte do processo dialético da política exterior. Não é fácil criar ou alterar uma norma internacional, principalmente quando existe um razoável nível de detalhamento técnico envolvido.

Em algumas circunstâncias é possível recorrer ao armamento não-letal ao lidar com as situações descritas acima, apesar de que de forma restrita. O escopo do armamento não-letal é neutralizar o oponente com baixa probabilidade de causar morte ou lesão permanente,

com o benefício adicional de reduzir ao mínimo os danos ao material e ao meio ambiente (LIMA, 2003, p. 14). O recurso a meios e métodos de impor a vontade pela força sem recorrer a medidas extremas não é uma novidade moderna, o que é relativamente novo é a diversidade de modelos e tecnologias disponíveis para esse mister, entre físicas, químicas, biológicas e de energia dirigida (LIMA, 2003, p. 14). As principais restrições ficam por conta do alcance limitado; da relativa facilidade em se aplicar contramedidas, principalmente para oponentes organizados; e da enorme desvantagem frente a armas de fogo, sobretudo automáticas. O emprego de armamento não-letal é indicado para o controle de distúrbios civis e outras ações de cunho policial, em que o oponente não esteja com o equipamento ou a disposição de se opor ativamente pela força. Dessa forma, do ponto de vista militar, o armamento não letal tem caráter complementar, cuja aplicação depende de circunstâncias favoráveis e de um correto levantamento do quadro tático e das possibilidades do adversário.

Contra um oponente disposto a lançar mão de recursos violentos, a utilização de armamento não-letal pode se tornar inadequada para o cumprimento da missão e perigosa para a segurança individual do soldado. Tal consideração é válida tanto para ações que envolvam o conjunto da tropa, quanto para sentinelas isoladas em guaritas distantes. Em ações de caráter militar é necessário manter uma adequada capacidade de fogo, em condições de suprimir e bater um adversário igualmente armado, o que implica em projetar poder letal sobre uma área relativamente grande (de raio igual ao alcance efetivo do armamento), uma vez que não é possível exercer controle sobre todos os projetis disparados. Estatísticas de conflitos armados passados reportam que, na 2ª Guerra Mundial, os aliados necessitaram de cerca de 25.000 tiros para produzir a morte de cada soldado inimigo; na Guerra da Coréia esse número passou para 100.000 tiros por baixa fatal; e na Guerra do Vietnã o número dobrou para 200.000 tiros por morte, o que torna aparente o risco para os não-combatentes (PARKS, 1985). Os números elevados se devem à troca de tiros a médias e longas distâncias, uma vez que a maioria das baixas em combate ocorre a uma distância de até 50 m (FACKLER, 1989, p. 64).

Estas estatísticas permitem perceber o quanto é perigoso o entorno de um confronto armado pelo volume de fogo proporcionado pelas armas automáticas. No caso dos projetis 5,56 mm OTAN (de uso nas Forças Armadas brasileiras), o maior percentual de acertos irá ocorrer justamente na distância em que esse projétil é mais letal (até 200 m), devido ao seu potencial de fragmentação. Mais ainda, com o volume de fogo visto acima e com o potencial de transfixação dos projetis comuns de uso militar (ET), o risco de um espectador próximo ser atingido por uma “bala perdida” é considerável. De fato, as munições ET podem ser

consideradas como a melhor opção militar, uma vez que possuem um desempenho adequado para o emprego geral, com resultados satisfatórios nas diversas situações que podem surgir em combate. Sua alta velocidade garante boa capacidade de penetração contra alvos coesivos, o que lhes permite vencer blindagens leves, portas, paredes, móveis, petrechos de infantaria, capacetes comuns, etc., e a resistência que encontram no interior de meios viscosos e aquosos garante um adequado potencial de danos contra o alvo primário, que é o combatente adversário. O problema é que essas virtudes, muito úteis do ponto de vista militar, reduzem o poder de discriminação tão necessário em ambientes urbanos e em áreas ou situações em que haja grande concentração de civis.

É importante não perder de vista, repete-se, que o DICA não existe para conferir vantagens indevidas para o inimigo, mas para proteger os que não participam das hostilidades, ou que dela deixaram de participar. O armamento moderno disponível para o soldado de infantaria não só atende à necessidade militar, como possui um desempenho satisfatório na sua função precípua, que é a de fazer cessar pronto a capacidade combativa do oponente. O tipo de ferimento causado é consequência da interação de parâmetros não-controláveis, mas o retorno a fuzis com o desempenho similar ao do *Mannlicher-Carcano*, cujo grande poder de transfixação tinha o potencial de produzir ferimentos mais “limpos” ou “humanos”, é algo inadequado não só pela pouca utilidade militar quanto por não contribuir para reduzir o risco para os não-combatentes. Em termos modernos, não há munições ou armas concebidas para produzir ferimentos humanitariamente corretos: todo armamento de combate é concebido para eliminar o adversário rapidamente da ação, para o que empregam processos violentos de elevado poder letal. Não existe a munição ideal ou, em decorrência, o armamento ideal para a infantaria, da mesma forma que não existe algo como “bom míssil, mau míssil”. Por mais óbvio ou recorrente que seja, a única coisa boa em se levar um tiro é não ser atingido por ele.

As responsabilidades do Comandante estão vinculadas à correta análise e aplicação dos princípios humanitários, amparado nas normas e costumes consagrados pela prática internacional. O exercício do Comando está diretamente relacionado com a missão, que é condicionada pela situação militar e deve ser consistente com o DICA, cujos aspectos pertinentes devem ser considerados no processo de planejamento (CICV, 1977). Os deveres do Comandante estão respaldados pelo Princípio da Necessidade Militar, desde que observados os demais princípios básicos. O Princípio da Distinção requer que toda ação militar seja direcionada somente contra objetivos militares legítimos⁷, para o que o curso

⁷ objetos que por sua natureza, localização, propósito ou uso façam uma contribuição efetiva para a ação militar, e cuja destruição, parcial ou total, captura ou neutralização, nas circunstâncias

escolhido da ação deve ser aquele que ocasione o menor perigo para as pessoas e objetos civis. Por sua vez, o Princípio da Proporcionalidade requer um correto dimensionamento da força como um todo, de maneira a evitar danos colaterais que transcendam o Princípio da Necessidade Militar e contribua para evitar perdas e danos acidentais causados a civis ou objetos civis. Da mesma forma, o Princípio da Limitação requer uma criteriosa seleção dos meios e métodos de combate, que contribua para reduzir o sofrimento desnecessário das categorias de pessoas protegidas pelo DICA (CICV, 1977).

Da forma como ocorre atualmente, pode ser dito que uma ação militar em ambiente urbano, que esteja em conformidade com o DICA, terá deficiências de caráter discriminatório, pelas características da munição ET que porta. A questão é como contornar isso sem comprometer a missão ou a segurança da tropa, principalmente em situações em que o oponente esteja igualmente armado? Nesse caso, a vantagem dos projetis expansivos não reside apenas nas características militares do seu elevado “poder de parada”, mas na sua maior dificuldade em vencer alvos coesivos, justamente pela alteração de densidade seccional que ocorre com sua deformação. Em ambientes urbanos, isso significa, de certa forma, conter a área do confronto armado pela baixa capacidade do projétil de ricochetear ou transfixar os obstáculos do entorno imediato ao local da troca de tiros, bem como o próprio alvo, o que reduz o risco de danos colaterais fora da linha de visada. Do ponto de vista humanitário, essa é uma vantagem nada trivial e que **deveria ser considerada com a devida atenção**.

Projetis expansivos irão produzir ferimentos severos, é verdade. Contudo, como determinar o quanto dessa severidade transcende a necessidade militar, em face do grande potencial destruidor dos modernos projetis ET, conforme visto anteriormente? Recorrendo mais uma vez ao *reductio ab absurdo*, poder-se-ia argumentar que armas automáticas não estariam em conformidade com o DICA, uma vez que podem causar sofrimento desnecessário ao atingir um adversário com uma saraivada de tiros, quando o primeiro já poderia ser suficiente para colocá-lo fora de combate por ter-lhe atingido a cabeça ou a coluna vertebral, por exemplo. O problema é que não há garantias com relação a quantos ou quais os projetis que irão atingir o alvo ou qual seu efeito sobre ele, o que mostra o quão complexa é a discussão sobre o que venha a se constituir em *maux superflus*.

Com relação ao armamento de porte e, em decorrência, submetralhadoras, que utilizam o mesmo tipo de munição, o desempenho das munições expansivas recomenda sua adoção pelas forças policiais e para a segurança civil, de uma forma geral, justamente por

vigentes, oferece uma vantagem militar definida (CICV, 1977, p. 38).

reduzirem o risco para os inocentes nas cercanias de uma troca de tiros. A tarefa das forças da lei não é matar ou ferir criminosos, mas tiros são eventualmente disparados na tentativa de se evitar um mal maior. Quando isso acontece, vidas estarão em risco e é necessário procurar minimizar os danos. No exemplo do dono do restaurante que reagiu ao assaltante armado e drogado, citado na página 39, tivessem sido utilizados projetis ET e o risco para a vida dos fregueses seria imprevisível (lembrar que foram 18 tiros disparados à curta distância em um ambiente confinado). O relatório apresentado no ANEXO C é ilustrativo, pois permite vislumbrar a complexidade dos problemas por trás de uma decisão que envolve a troca da munição em uso por forças públicas, no caso justamente a adoção de projetis de ponta oca no lugar dos projetis ET para as armas de porte da polícia da cidade de Nova York, pelo mesmo motivo de tentar conter o poder destrutivo das armas de fogo em ambiente urbano.

Por terem seu uso proibido para as forças armadas, os projetis expansivos não foram extensivamente testados para as armas portáteis em ambiente urbano, de forma a propiciar uma base de dados consistente que contribuísse para a discussão em pauta. Um aspecto relevante diz respeito à velocidade requerida para expansão, que propicie um resultado final à semelhança da FIG. 8a (p. 25) e não uma fragmentação descontrolada. Como a velocidade varia com a distância, uma bateria de testes seria necessária para se estabelecer a carga de pólvora adequada para os combates à curta distância. Os projetis expansivos atualmente disponíveis no mercado são concebidos para caça (calibre .223 pol) e projetados para expandir em circunstâncias diferentes daquelas da necessidade militar, além de que sua percussão é de fogo circular e não de fogo central. Outro aspecto relevante está relacionado com a utilidade militar, uma vez que há circunstâncias em que o que se deseja é justamente um projétil ET de alta velocidade que consiga atingir um adversário embarricado. Dessa forma, não existe uma solução completa para o problema em questão, mas uma composição de fatores que devem ser balanceados na busca de um resultado o mais satisfatório possível.

De forma ilustrativa, um misto de armamentos composto por pistolas com munição de ponta oca e fuzis com munição expansiva de 5,56 mm na linha de frente, secundados por submetralhadoras e fuzis 7,62 mm, ambos com munição ET, poderia ser aplicado em combates em ambiente urbano, com ampla cobertura das possibilidades existentes. É claro que a correta utilização de qualquer solução similar dependeria de uma doutrina bem desenvolvida e da aplicação de táticas de combate apropriadas, para o que seria necessário um treinamento específico com enfoque no inter-relacionamento de tal combinação do armamento. No entanto, qualquer tentativa nesse sentido poderia contribuir para reduzir os

riscos para a população civil que viesse a ser apanhada no meio de um confronto armado, o que é uma responsabilidade do Estado e, em última análise, do Comandante militar, como seu preposto.

A utilização da munição expansiva nas situações em que a força militar seja empregada no campo interno, como em operações de GLO ou outras ações de caráter militar, independe de normas internacionais. Contudo, é importante ter consciência de que o preconceito contra a munição expansiva é grande e amplamente difundido, razão pela qual qualquer argumento a seu favor deve estar preparado para uma contestação severa. Uma discussão pública seria adequada e muito produtiva, no sentido de buscar soluções de força que beneficiem os inocentes sem privilegiar criminosos ou arriscar a vida dos agentes do Estado. No campo internacional, como nas Operações de Paz, a questão torna-se mais complexa por depender da concordância das diversas partes envolvidas, cada uma com sua própria percepção do problema e sua interpretação do que diz o aparato jurídico disponível, nesse caso o DICA propriamente dito. Uma alternativa viável seria a inclusão de dispositivos específicos quanto ao armamento a ser utilizado nos Acordos de Situação da Força (SOFA – *Status of Force Agreement*), que são os documentos que estabelecem os aspectos jurídicos básicos entre o Estado anfitrião e os Estados componentes da força de paz, de forma que fique suficientemente claro que o uso de munições expansivas tem o propósito de oferecer o máximo de proteção possível para a população civil, sem expor a vida dos soldados a riscos desnecessários ou incompatíveis com a missão que lhes for atribuída.

Nas palavras de Henrique V, na peça homônima de Shakespeare, ato 4, cena 1, no acampamento inglês às vésperas da batalha de Agincourt: “[...] o Rei não pede de seus soldados a morte, mas seus serviços [...]”. Que a morte em serviço seja uma consequência do cumprimento do dever, não o dever em si.

5. CONCLUSÃO

A partir do período historicamente conhecido como a Era dos Rifles, o avanço tecnológico das armas de fogo permitiu desenvolver armamentos com maior alcance e precisão para o uso da Infantaria, o que modificou a forma de combater dos exércitos de outrora e tornou os campos de batalha mais letais. Como resultado, durante a década de 1860, surgiu na Suíça um movimento de cunho humanitário e caráter não-governamental, cuja motivação era criar um conjunto de normas a serem aplicadas pelos exércitos em campanha, com o propósito de minorar o sofrimento dos soldados doentes ou feridos em combate. Tal movimento viria a constituir o Comitê da Cruz Vermelha Internacional e, com o apoio que recebeu do governo da Suíça, conseguiu promulgar a primeira das Convenções de Genebra.

Posteriores estudos de balística permitiram compreender os processos pelos quais um trauma é causado e levaram à conclusão de que a deformação dos projetis produzia ferimentos mais graves devido à desaceleração e à transferência de energia cinética, que cria uma forte pressão hidrostática que pode lembrar uma pequena explosão no interior do corpo humano. Tal conhecimento fez sugerir a adoção de projetis cujo núcleo de chumbo fosse revestido por uma jaqueta de metal mais duro para não permitir, ou dificultar, qualquer deformação ao penetrar tecidos vivos e propiciar ferimentos mais “humanos” em combate. De forma análoga, o desenvolvimento de propelentes mais poderosos, com maiores pressões internas e maiores velocidades de boca, gerou requisitos da balística interna que requeriam projetis com características semelhantes, no que foi a gênese dos modernos projetis militares ET.

As primeiras gerações desses novos projetis possuíam grande poder de transfixar o corpo humano, com ferimentos razoavelmente simples do ponto de vista médico, desde que não perfurassem algum órgão vital. Tal característica, contudo, não era propriamente do agrado militar, uma vez que o valor militar da munição estava em fazer cessar o mais rapidamente possível a capacidade, ou a vontade, do soldado inimigo se manter em combate, o que aparentemente não estava ocorrendo. As primeiras tentativas de contornar o problema levaram à criação dos projetis de ponta expansiva, que reproduziam os efeitos dos projetis mais antigos e recobravam seu poder de parada. Tais projetis ficaram conhecidos pela alcunha de “dum-dum”, como referência ao seu local de origem.

Todavia, por produzirem ferimentos mais severos que os primários projetis ET, os projetis expansivos foram banidos por não se conformar com a visão humanitária de minimizar o sofrimento para os soldados feridos, uma segregação que permanece até hoje.

Com relação ao valor militar da munição, o desenvolvimento subsequente dos novos tipos de munição ET contornou essa questão ao explorar o fator velocidade, o que permitiu alterar o perfil dos ferimentos sem alterar significativamente a conformação básica dos projetis, além de favorecer a transfixação de obstáculos de composição mais dura, que eventualmente se interpusessem entre o atirador e seu alvo.

O problema que restou é que, ao longo de todo esse período, na medida em que os combates se aproximaram cada vez mais dos centros urbanos e da população civil, o grande poder de transfixação dos projetis ET se manteve incontestemente em nome de um possível favorecimento dos feridos militares, mas em detrimento da segurança daqueles que devem ser os protegidos primeiros das normas humanitárias, que são os não-combatentes. Esse problema se tornou ainda mais sério na medida em que se proliferaram as Operações de Paz conduzidas sob a égide da ONU, sobretudo em áreas urbanas de construções rústicas e suscetíveis à transfixação da munição militar. É certo que há situações que podem ser resolvidas pelo emprego de armamento não-letal, mas isso irá depender da própria postura e organização dos oponentes e da sua disposição de opor resistência pelo uso da força.

O emprego controlado de munição expansiva pode contribuir na tentativa de conter os limites da área de um confronto armado, justamente por sua dificuldade em ricochetear e transfixar eventuais obstáculos e o próprio alvo. Em ambientes urbanos, que surgem como o campo de batalha do século XXI, isso pode representar uma vantagem significativa do ponto de vista humanitário. A experiência de algumas forças policiais, confrontadas com o mesmo tipo de problema e com a necessidade de reduzir ao máximo o risco para a população civil, aponta para uma solução semelhante. O fato é que, em termos modernos, não há projetis que produzam ferimentos “limpos” ou “humanos”: todos são projetados para o fim a que se destinam, que é o de interromper prontamente a capacidade do oponente de se manter ativo.

No esforço humanitário para se conter a violência indevida nos conflitos armados, a busca por reduzir o sofrimento supérfluo de uns pode ter aumentado os riscos e o sofrimento desnecessário de outros. Nas ações de caráter militar, o poder letal do armamento continuará imprescindível, de forma a garantir a autodefesa, o cumprimento da missão e a segurança da tropa, como atribuição primária do Comandante Militar. Em se tratando do disparo de armas de fogo não há garantias a oferecer, uma vez que as certezas se desvanecem com a fumaça, mas no melhor interesse da segurança da população civil, o uso de projetis expansivos no armamento da Infantaria para combate em ambiente urbano deveria ser submetido a testes modernos e extensivos, e não simplesmente descartado por antigos preconceitos.

REFERÊNCIAS

ABSHIRE, Brian M. Self-defense myths and realities. **Firearms news**, Clareinch, África do Sul, 2003. Victims against crime. Africa Christian Action. Disponível em: <<http://christian-civilization.org/selfdefensemyths.html>>. Acesso em: 21 maio 2007.

ANSWERS.COM. **Rifle**. US history encyclopedia, 2006. Disponível em: <<http://www.answers.com/>>. Acesso em: 21 maio 2007.

BARNES, Frank C; SKINNER, Stan (Ed.). **Cartridges of the world: a complete and illustrated reference for over 1500 cartridges**. 11. ed. Lola, Wiscosin: Gun Digest Books, 2006. 552 p.

BEVAN, James; PÉZARD, Stéphanie. Basic characteristics of ammunition: from handguns to MANPADS. In: PÉZARD, Stéphanie(Ed.); ANDERS, Holger (Ed.). **Targeting ammunition: a primer**. Genebra: Small Arms Survey, 2006. cap. 1, p. 17-45. Disponível em: <<http://www.smallarmssurvey.org>>. Acesso em: 21 jun. 2007.

CANAUD, Cristine. **Nomenclatura e norma técnica aplicáveis à munição para armas de fogo**. Rio de Janeiro: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro – REDETEC, 2007. 6 f. Relatório.

COMITÊ INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA – CICV. **Protocolo adicional I às Convenções de Genebra de 1949**. Genebra: CICV, 1977. 136 p.

COMITÊ INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA – CICV. **Direito Internacional relativo à condução das hostilidades**: compilação de convenções da Haia e de alguns outros instrumentos jurídicos. Tradução de CICV. Genebra: CICV, 2001. 203 p. Original inglês.

COMPANHIA BRASILEIRA DE CARTUCHOS – CBC. **Munições para fuzis e metralhadoras**. Ribeirão Pires, São Paulo: CBC, 2007. Disponível em: <<http://www.cbc.com.br>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

CONDON, Richard *et al.* **Report of the committee on hollow-point bullets**. Nova York: Civilian Complaint Review Board, Prefeitura, 1998. 3 f. Relatório. Disponível em: <<http://www.nyc.gov>>. Acesso em: 03 abr. 2007.

DI MAIO, Vincent J.M. **Gunshot wounds: practical aspects of firearms ballistics, and forensic techniques**. 2. ed. Boca Raton, Flórida: CRC Press, 1999. 402 p.

FACKLER, Martin L. *et al.* Bullet fragmentation: a major cause of tissue disruption. **The Journal of Trauma**, Philadelphia, v. 24, n. 1, p. 35-39, jan. 1984. Disponível em: <<http://www.btammolabs.com>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

FACKLER, Martin L. **What's wrong with the wound ballistics literature, and why**. Presidio of San Francisco, California: Letterman Army Institute of Research, 1987. n. 239. Relatório. Disponível em: <<http://teapot.usask.ca>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

FACKLER, Martin L. Wounding patterns of military rifle bullets. **International Defense Review**, Coulsdon, Surrey, Inglaterra, n. 1, p. 59-64, jan. 1989. Disponível em: <<http://www.btammolabs.com>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

FACKLER, Martin L.; DOUGHERTY, Paul J. Theodor Kocher and the scientific foundations of wound ballistics. **Surgery, Gynecology & Obstetrics**, São Francisco, v. 172, p. 153-160, fev. 1991. Disponível em: <<http://www.btammolabs.com>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

FRANÇA, Júnia Lessa *et al.* **Manual para normalização técnico-científica**. 7. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2004. 242 p.

HOLLERMAN, Jeremy J. *et al.* Gunshot wounds: 1. bullets, ballistics, and mechanisms of injury. **American journal of roentgenology**, Leesburg, Virginia, v. 155, p. 685-690, out. 1990. Disponível em: <<http://www.ajronline.org>>. Acesso em: 21 maio 2007.

HOWEY, Allan W. **Weaponry**: the rifle-musket and the minié ball. Historynet.com, 1999. Disponível em: <<http://www.historynet.com>>. Acesso em: 21 maio 2007.

INTERNATIONAL AMMUNITION ASSOCIATION – IAA. **A guide to ammunition collection**. IAA, 2001. Disponível em: <<http://cartridgecollectors.org>>. Acesso em: 21 maio 2007.

JARDIM, Tarciso Dal Maso. **O Brasil e o direito internacional dos conflitos armados**. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris Ed., 2006. 2 v. (654; 502 p.).

JUSSILA, Jorma. **Wound ballistic simulation**: assessment of the legitimacy of law enforcement firearms ammunition by means of wound ballistic simulation. 2005. 112 f. Dissertação (Segundo Departamento de Cirurgia) – Faculdade de Medicina, Universidade de Helsinki, 2005. Disponível em: <<http://ethesis.helsinki.fi>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

LANHAM, Howard G. **Firearms and tactics of the american civil war**: a minority opinion. Union Army Uniforms and Insignia of the American Civil War 1861-1865. Tripod, 1998. Disponível em: <<http://howardlanham.tripod.com/>>. Acesso em: 21 maio 2007.

LIMA, Rose Lucie Lopes de. **Armas não-letais como alternativas para os conflitos do século XXI**. 2003. 48 f. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2003.

MARINHA DO BRASIL. Comando Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **Manual Básico dos Fuzileiros Navais**, CGCFN-1101, 2005. 2. rev. Rio de Janeiro: 2005.

NICHOLAS, N. C.; WELSCH, J. R. **Ballistic gelatin**. Institute for non-lethal defense technologies, Applied research laboratory, Pennsylvania State University, 2004. 20 p. Relatório. Disponível em: <<http://nldt2.arl.psu.edu>>. Acesso em: 01 jul. 2007.

NUNAMAKER, D. M.; BERG, P. Open fractures and gunshot injuries. In: NEWTON, C. D. (Ed.); NUNAMAKER, D. M. (Ed.). **Textbook of small animal orthopaedics**. Ithaca, Nova York: International Veterinary Information Service, 1985. cap. 36. Disponível em: <<http://www.ivis.org>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

O'BRIEN, William V.; AREND, Anthony C. Just war doctrine and the international law of war. In: PELEGRINO, Edmund D. (Ed.); HARTLE, Anthony E. (Ed.); HOWE, Edmund G. (Ed.). **Military medical ethics**. Washington: Dept. of the Army, 2004. v. 1, cap. 8, p. 221-249. Disponível em: <<http://www.bordeninstitute.army.mil>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Resolução sobre os sistemas de armas de pequeno calibre**, de 28 de setembro de 1979. Genebra, 1979. Disponível em: <<http://www.icrc.org>>. Acesso em: 01 jul. 2007.

PARKS, W. Hays. **Sniper use of open-tip ammunition**. Washington: Judge Advocate General of the Navy, 1985. Relatório. Disponível em: <<http://www.thegunzone.com>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

RINKER, Robert A. **Understanding firearm ballistics: basic to advanced ballistics**. 6. ed. Clarksville, Indiana: Mulberry House Publishing, 2006. 427 p.

SCARLATA, Paul. Schmidt-Rubin: the "swiss watch" of rifles. **Shotgun News**, 10 mai. 1999. Disponível em: <<http://www.swissrifles.com>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

SCHAEFER, John. **Terminal ballistics**. Fr. Frog's Home Page, 2006. Disponível em: <<http://www.frfrogspad.com/terminal.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

SERRA, Luiz Umpierre de Mello. **A crise da segurança pública: o clamor popular pela atuação das forças armadas na atividade civil de polícia, ante a manifesta falência do Estado. Autoridade, legalidade e abusividade [sic]**. 2003. 39 f. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2003.

TEBBUTT, Roy. **The .303 british service cartridge**. Carpetbagger Aviation Museum. Harrington, Northamptonshire: The Ammo Can, 2001. Disponível em: <<http://harringtonmuseum.org.uk/TheAmmoCan.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

VANZETTI, Oscar E. **Considerações sobre a energia cinética e o momentum de um projétil de arma de fogo: a importância médico-legal**. Sítio Full Aventura, 2007. Disponível em: <<http://www.fullaventura.com.ar>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

ANEXO A – Declaração de São Petersburgo de 1868⁸

“São Petersburgo, 29 de novembro – 11 de dezembro de 1868

Havendo-se, sob proposta do gabinete imperial da Rússia, reunido uma comissão militar internacional em S. Petersburgo, a fim de examinar a conveniência de se excluir o uso de certos projéteis em tempo de guerra entre as nações civilizadas, e tendo esta comissão fixado de comum acordo os limites técnicos, nos quais as necessidades da guerra devem cessar ante as exigências da humanidade, os abaixo assinados estão autorizados, por ordem de seus governos, a declarar o seguinte:

Considerando que os progressos da civilização devem ter o efeito de atenuar, tanto quanto possível, as calamidades da guerra;

Que o único fim legítimo a que os Estados devem se propor durante a guerra é o enfraquecimento das forças militares do inimigo;

Que para este fim basta pôr fora de combate o maior número possível de homens;

Que este fim seria ultrapassado pelo emprego de armas que agravassem inutilmente os sofrimentos dos homens postos fora de combate, ou tornassem sua morte inevitável;

Que o emprego de semelhantes armas seria desde logo contrário às leis da humanidade;

As partes contratantes comprometem-se a renunciar mutuamente, em caso de guerra entre elas, ao emprego, pelas suas tropas de terra ou de mar, de todo projétil de um peso inferior a 400 gramas, que seja explosivo ou carregado de matérias fulminantes ou inflamáveis.

Elas convidarão todos os Estados, que não tomaram parte por meio de delegados seus nas deliberações de comissão militar internacional reunida em São Petersburgo, a aquiescer ao acordo presente.

Este acordo não é obrigatório senão para as partes contratantes ou que a ele acedam em caso de guerra entre duas ou mais dente elas, e não é aplicável às partes não contratantes ou que a ele não acederam.

Cessará igualmente de ser obrigatório no momento em que, em uma guerra entre partes contratantes ou que tenham acedido, uma parte não contratante, ou que não tenha acedido, se ligar a um dos beligerantes.

As partes contratantes ou que tenham acedido reservam-se para se entenderem

⁸ (CICV, 2001, p. 171)

ulteriormente todas as vezes que uma proposta precisa for formulada à vista de aperfeiçoamentos futuros, que a ciência possa trazer ao armamento das tropas, a fim de sustentar os princípios em que assentaram e de conciliar as necessidades da guerra com as leis da humanidade.

Feito em S. Petersburgo, aos 29 de novembro (11 de dezembro) de 1868.”

ANEXO B – Declaração sobre o uso de projetis que expandem ou achatam facilmente no corpo humano⁹

“Haia, 29 de julho de 1899

Os plenipotenciários, abaixo assinados, das Potências representadas na Conferência Internacional da Paz na Haia, devidamente autorizados para esse fim por seus Governos, inspirando-se nos sentimentos expressados na Declaração de São Petersburgo de 29 de novembro/11 de dezembro de 1868,

Declaram:

As Potências contratantes proíbem o emprego de balas que inflam ou se alastram facilmente no corpo humano, tais como as balas de capa dura que não cubra inteiramente o núcleo ou estiver dotada de incisões.

A presente Declaração somente é obrigatória para as Potências contratantes em caso de guerra entre duas ou mais delas.

Deixará de ser obrigatória a partir do momento em que, em uma guerra entre duas Potências contratantes, outra não contratante se una a um dos beligerantes.

A presente Declaração será ratificada no prazo mais breve possível.

As ratificações serão depositadas na Haia.

Para cada depósito de ratificação será lavrada ata, cuja cópia autenticada será remetida por via diplomática a todas as Potências contratantes.

As Potências não signatárias poderão aderir à presente Declaração. Terão para esse fim que informar sua adesão às Potências contratantes por meio de uma notificação escrita dirigida ao Governo dos Países Baixos, que a comunicará imediatamente às demais Potências contratantes.

Se uma das Altas Partes contratantes denunciasse a presente Declaração, essa denúncia não produziria seus efeitos até transcorrerem um ano da notificação feita por escrito ao Governo dos Países Baixos, e comunicada imediatamente por esse às demais Potências contratantes.

Esta denúncia somente produzirá seus efeitos em relação à Potência que a notificou.

Em fé do que, os plenipotenciários firmaram e selaram a presente Declaração.

Feito na Haia em vinte e nove de julho de mil e oitocentos e noventa e nove, em uma

⁹ (CICV, 2001, p. 173)

só via, que ficará depositada nos Arquivos do Governo dos Países Baixos, da qual serão remetidas cópias autenticadas por via diplomática às Potências contratantes.”

**REPORT OF THE COMMITTEE ON HOLLOW-POINT BULLETS PRESENTED
TO THE CIVILIAN COMPLAINT REVIEW BOARD ON JULY 8, 1998**

On March 3, 1997, Police Commissioner Howard Safir announced that the New York City Police Department intended to employ hollow-point bullets in place of full metal jacket bullets. The Commissioner announced that this would result in a standardization of bullets used by members of the service since, for several years, members of the Transit and Housing Police Departments had used hollow-points. The Commissioner and his top commanders further stated that the reason for the change at Transit and Housing had been to keep the problem of ricochet bullets and pass-through bullets to a minimum. Ricochet bullets were particularly problematic in the steel and concrete environments of housing project halls and subway stations. Pass-through bullets were particularly problematic in crowded urban situations.

Many members of the public expressed concern, both in print, on television and radio, and in the public comment portions of our public meetings that hollow-point bullets demonstrated the dangerous propensities of so-called "dum-dum" bullets; there were also several expressed concerns about excessive rotation, large exit wounds and explosive internal damage. Serious questions were raised about the propriety of such bullets in an urban environment. Concerns were raised both with respect to officers, in effect, acting as judge, jury and executioner on the one hand and with respect to officers being the possible victims of friendly fire fatalities on the other. After extensive debate a formal vote of the Board was held and a committee was established on March 12, 1997, to examine these concerns and to report our views to the full board for its consideration.

The Committee consisted of Commissioners Condon, Livingston and Kuntz, with Chairman Barkan as an ex officio participating member. The first order of business of the Committee was to examine publicly available literature concerning hollow-point bullets. After examining the extensive literature, a copy of which is appended to this report, the members of the Committee met at the New York City Police Academy Training Facility on July 8, 1997, with firearms experts from the New York City Police Department. In the course of that meeting the Committee examined full metal jacket bullets both before and after they had been

¹⁰ (CONDON *et al*, 1998)

fired. We also examined hollow-point bullets both before and after they had been fired. The firearms experts provided us with a map listing all the jurisdictions in which hollow-point bullets were currently in use in the United States of America, as well as other information pertaining to the Department's desire to effect uniform use of hollow-point bullets for all its members.

The Committee then arranged to actually load, discharge and retrieve hollow point and full metal bullets at the New York City Police firing range in the Rodman's Neck section of the Bronx. We spent the better part of a day at the firing range. Each member of the Committee fired both full metal and hollow point bullets. Each member of the Committee reviewed the post firing bullets. The Committee brought with it to the range a commercially produced gelatin identified by the Federal Bureau of Investigation reports as approximating the density of human bone, flesh and tissue. We observed the firearms experts discharge both full metal and hollow-point bullets into the gelatin we provided. The Committee and the firearms experts then jointly examined the bullets in the gelatin, observing their path, how they did or did not fragment, and how far they traveled.

CONCLUSION

The Committee unanimously concluded as follows:

First, the selection of appropriate ordinance to protect the members of the public and the members of the New York City Police Department is among the most significant responsibilities a Police Commissioner faces. The decision must be made in a thoughtful, deliberate manner which balances the risks and rewards in what is truly a life and death choice for all concerned.

Second, the Committee, while by no means expert in the area of firearms discharge, did come to appreciate the seriousness of the decision and the seriousness of purpose and consideration of the various factors the Police Department and its experts demonstrated in making their decisions in this area.

Third, the Committee unanimously concludes that the decision to move from full metal jackets to hollow-points is consistent with modern, enlightened law enforcement judgments in a wide number of jurisdictions - both state and federal-and is a reasonable exercise of the Department's rights and responsibilities in this arena. The problem of ricochets and

pass-throughs is a significant one: there is no question that lives are always at risk when bullets are discharged. The issue is how to minimize damage.

Fourth, the Committee can state from its own observations that hollow-points are neither exploding dum-dums nor fragmenting bullets. With one exception the hollowpoints we discharged and those we observed being discharged flattened slightly. The one exception was a hollow-point which hit a frozen bit of the gelatin: it did not explode, but left minor fragments near the path of the bullet. In every instance we observed, the hollow point bullet penetrated the gelatin substance far less extensively than the full metal jacket. Thus, the Department's assessment that full metal jacket bullets present a great risk of pass through and ricochet dangers is consistent with our observations.

Fifth, the Committee unanimously commends both the Police Department and the Public for the serious and somber discussion of this issue. In assessing the risks and rewards of ordnance selection, the Committee has attempted to discharge its duties with the care and attention this important matter deserves.

Respectfully submitted,

Richard Condon

William F. Kuntz, II

Deborah Livingston

Mel Barkan, Chairman

APÊNDICE A – Tabela comparativa entre RII e RSP

TABELA 3

| calibre | peso do projétil (GR) | tipo do projétil | velocidade de impacto (m/s) | energia de impacto (J) | RII | RSP | ranking | |
|------------|-----------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|------|-----|---------|-----|
| | | | | | | | RII | RSP |
| .44 Mag | 200 | JHP/EXPO | 389 | 981 | 54,9 | 82 | 1 | 2 |
| .41 Mag | 210 | JSP/EXPP | 384 | 1003 | 51,9 | 78 | 2 | 3 |
| .44 Mag | 240 | LSW/ CSCV | 405 | 1278 | 50,0 | 129 | 3 | 1 |
| .357 Mag | 125 | JHP/ EXPO | 396 | 637 | 44,4 | 56 | 4 | 11 |
| 9mm Luger | 115 | JHP/ EXPO | 363 | 492 | 38,0 | 30 | 5 | 16 |
| .38 Spl +P | 95 | JHP/ EXPO | 362 | 402 | 28,0 | 25 | 6 | 18 |
| .38 Spl | 125 | JHP/ EXPO | 338 | 462 | 25,5 | 31 | 7 | 15 |
| .357 Mag | 158 | JSP/ EXPP | 382 | 749 | 21,1 | 44 | 8 | 8 |
| .45 ACP | 185 | JHP/ EXPO | 273 | 446 | 21,1 | 59 | 9 | 7 |
| .38 Spl | 158 | LHP/ CHPO | 279 | 398 | 18,4 | 32 | 10 | 13 |
| .357 Mag | 158 | LRN/CHOG | 375 | 719 | 16,6 | 43 | 11 | 9 |
| .45 ACP | 185 | JWC/ ETCV | 250 | 375 | 14,7 | 67 | 12 | 5 |
| .38 Spl | 158 | LSW/ CSCV | 282 | 406 | 14,3 | 41 | 13 | 10 |
| .38 Spl | 148 | LWC/ CHCV | 226 | 244 | 12,4 | 30 | 14 | 17 |
| .38 Spl | 158 | LRN/ CHOG | 280 | 401 | 8,0 | 32 | 15 | 14 |
| .45 ACP | 230 | JRN/ ETOG | 256 | 486 | 6,7 | 62 | 16 | 6 |
| .45 Colt | 255 | LFP/ CHPP | 250 | 518 | 6,6 | 78 | 17 | 4 |
| .38 Spl | 200 | LBN/ CHPP | 222 | 321 | 4,5 | 34 | 18 | 12 |
| .380 ACP | 95 | JRN/ ETOG | 289 | 257 | 4,0 | 18 | 19 | 19 |
| .22 LR | 37 | LHP/ CHPO | 266 | 84 | 2,3 | 3 | 20 | 20 |

Fonte: RINKER, 2006, p. 363.

Abreviaturas:

| | | | |
|-----|-----------------------|--------|-----------------------------|
| JHP | Jacketed hollow point | – EXPO | Expansivo ponta oca |
| JRN | Jacketed round nose | – ETOG | Encamisado total ogival |
| JSP | Jacketed soft point | – EXPP | Expansivo ponta plana |
| JWC | Jacketed wadcutter | – ETCV | Encamisado total canto vivo |
| LBN | Lead blunt nose | – CHPP | Chumbo ponta plana |
| LFP | Lead flat point | – CHPP | Chumbo ponta plana |
| LHP | Lead hollow point | – CHPO | Chumbo ponta oca |
| LRN | Lead round nose | – CHOG | Chumbo ogival |
| LSW | Lead semi-wadcutter | – CSCV | Chumbo semi canto vivo |
| LWC | Lead wadcutter | – CHCV | Chumbo canto vivo |

APÊNDICE B – Figuras complementares referentes ao comportamento dos projéteis na balística terminal

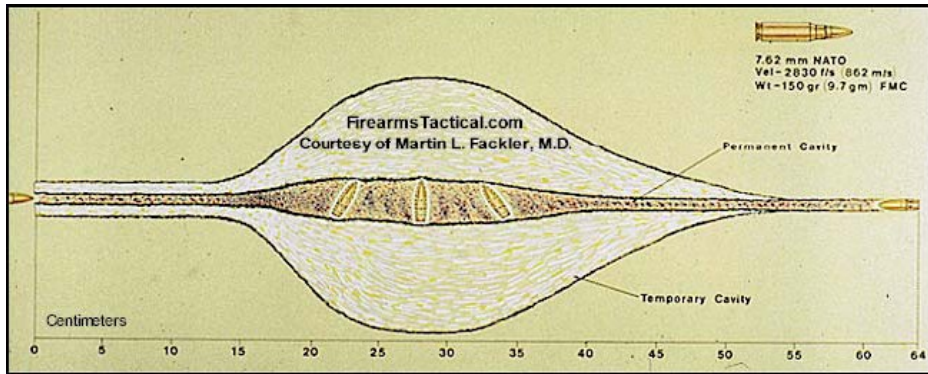


FIGURA 13 – perfil do ferimento causado por projétil 7,62 mm OTAN.
Fonte: NICHOLAS, 2004, p. 12.

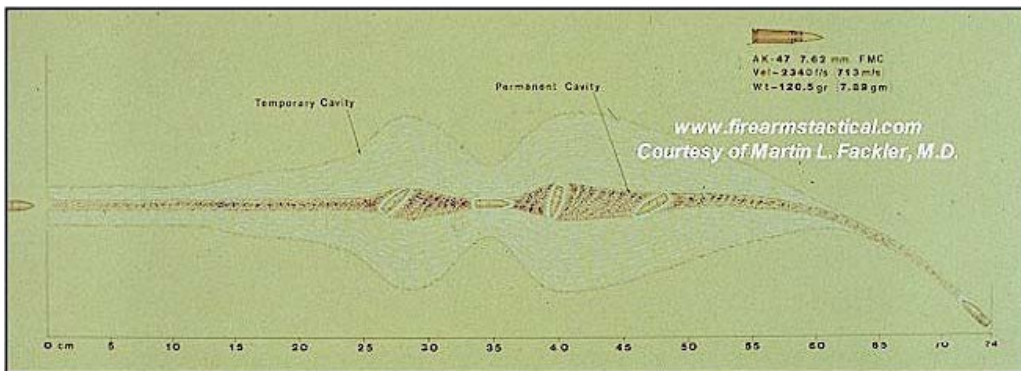


FIGURA 14 – perfil do ferimento causado por projétil 7,62 mm russo.
Fonte: NICHOLAS, 2004, p. 12.

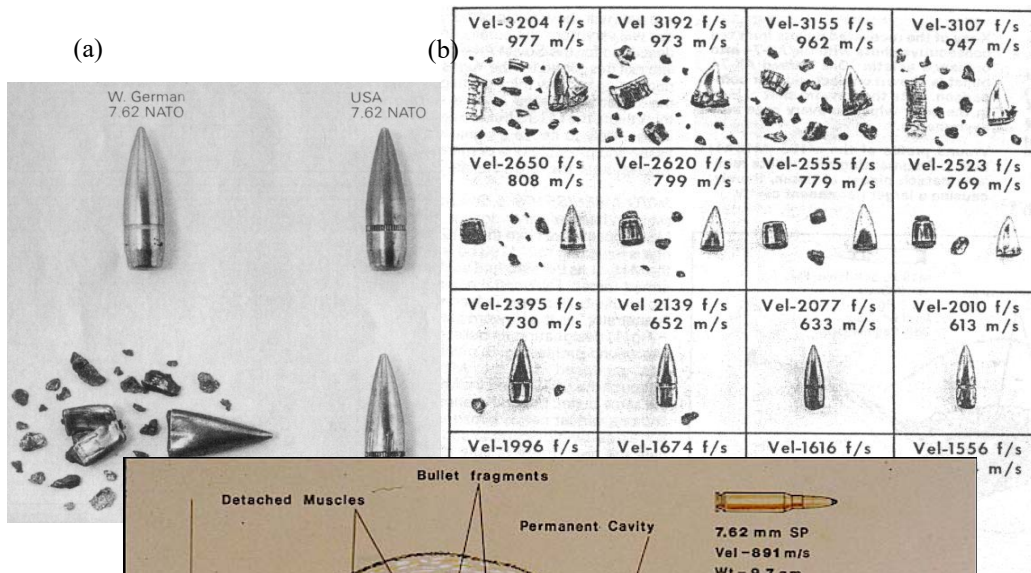


FIGURA 15 – projétil americano, antes de se fragmentar. Também se fragmenta, mas não se deforma ordinariamente. Os valores decrescem com a velocidade.
Fonte: FACKLER, 1986, p. 12.

origem norte-americana, não se deforma e 55 GR para

FIGURA 16 – perfil do ferimento causado por projétil 7,62 mm expansivo.
Fonte: NICHOLAS, 2004, p. 12.

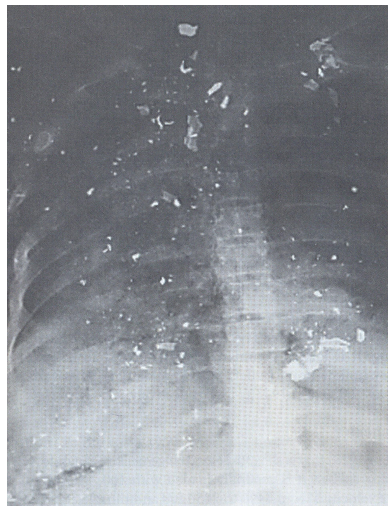


FIGURA 17 – imagem radiológica característica de nevasca de chumbo, no caso provocada por seis tiros com munição expansiva 7,62mm russa.
Fonte: DI MAIO, 1999, p. 199.

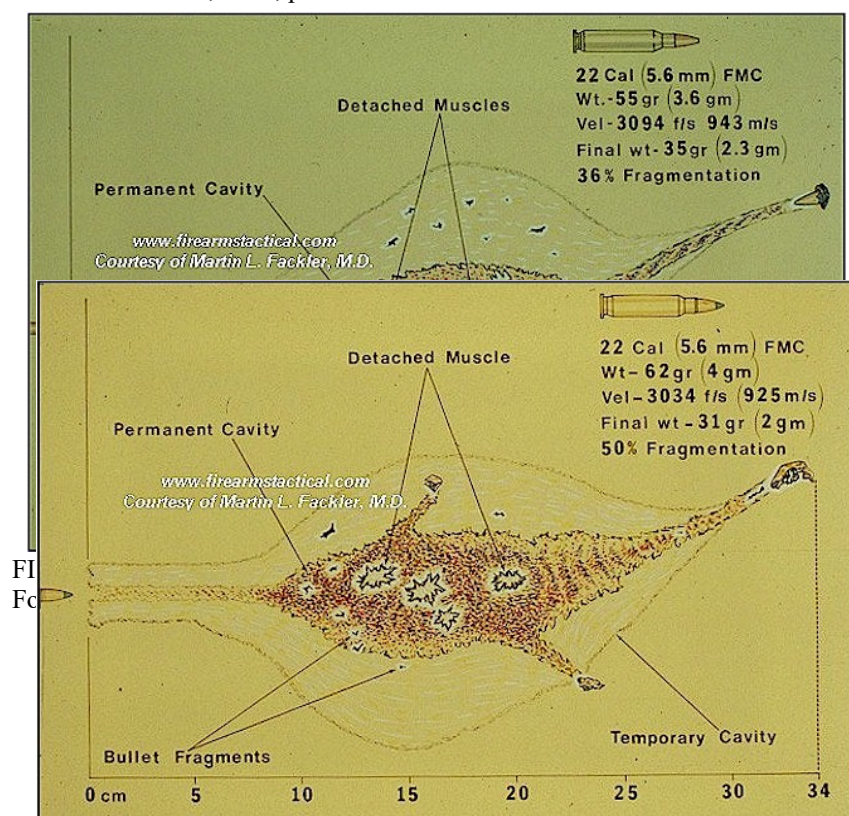


FIGURA 19 – perfil do ferimento causado por projétil 5,56 mm 62 GR OTAN.
Fonte: FACKLER, 1989, p. 62.

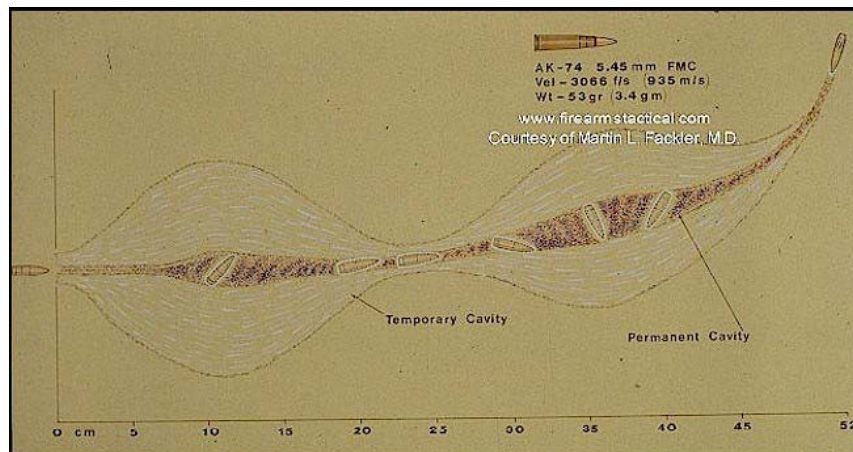


FIGURA 20 – perfil do ferimento causado por projétil 5,45 mm russo.
Fonte: NICHOLAS, 2004, p. 11.