



# ARTILHARIA DE TUBO VERSUS LANÇADORES MÚLTIPLOS

Kleber F. de Oliveira

## UM ARMAMENTO REDESCOBERTO

**R**ecentemente, as revistas especializadas em comentários e análises de equipamentos bélicos vêm apresentando, com frequência, estudos sobre as características e emprego dos lançadores múltiplos de foguetes, assim como notícias sobre diversos modelos deste armamento, em produção em diversos países.

O número 699, de Jan/Fev 82, da *Defesa Nacional* contém um artigo sobre o assunto. Pelo interesse que ele parece ter despertado, procurarei acrescentar mais alguns pontos referentes ao tema, com o fim de abordar aspectos não considerados anteriormente.

A redescoberta do lançador múltiplo de foguetes pelos Exérci-

tos ocidentais decorre de razões bastante definidas; de um lado, ao maior poder de defesa antiaérea, conseqüente do aperfeiçoamento dos mísseis para emprego contra aviões a baixa altura (a título de exemplo, há informação de que os mísseis ingleses terra-ar *Rapier* conseguiram um índice médio de acertos de 80% no desembarque na baía de São Carlos); e, mais ainda, à inviabilidade do emprego, mesmo limitado, de armas nucleares táticas, o qual poderia levar a guerra a uma escalada estratégica de intercâmbio de ogivas da classe de megatons, cujas conseqüências seriam imprevisíveis para a humanidade.

Efetivamente, a guerra nuclear tática é a forma mais eficiente para destruir a força inimiga, tanto em termos de custo financeiro co-

mo de efetivos envolvidos e equipamento necessário. Mas isto só é válido quando a posse de arma nuclear é unilateral: se os dois partidos dispõem dela, desaparecem as vantagens.

É preciso, então, recorrer a formas de combate mais tradicionais, nas quais o máximo poder de fogo se associa à manobra para a conquista ou defesa dos objetivos. Esta associação, contudo, deve ser mantida dentro de custos aceitáveis — em material e mão-de-obra — e ser de execução tão simples quanto possível, expondo ao mínimo de risco tanto o equipamento como o pessoal envolvido.

### VANTAGENS E DESVANTAGENS DO FOGUETE

Algumas experiências no passado, de utilizar foguetes como armas de guerra, se frustraram pela dificuldade de produzir uma trajetória de mínima confiabilidade e alcance apreciável. De um lado as pólvoras de então não permitiam a obtenção de um conjunto propulente com um programa de queima rigorosamente controlado e de outro os metais disponíveis não se prestavam a construir um recipiente bastante robusto para resistir às pressões da combustão, sem que se tornasse excessivamente pesado.

Solucionados satisfatoriamente os problemas acima, restava buscar um método para que, com razoável certeza, fosse atingido o alvo desejado, com uma grande vantagem: estavam superados os obstáculos da limitação do peso do pro-

jetil em relação ao tubo da peça. Com efeito, no foguete o tubo da peça (agora chamado motor foguete) percorre com o projétil (agora chamado ogiva) a trajetória balística. Não precisando absorver a energia do recuo, a plataforma de tiro do foguete pode ser mais simples e leve; o foguete, por sua vez, transportar cargas muito mais poderosas, a maiores distâncias.

Para obter alcances maiores, as peças de artilharia de tubo precisavam de reparos extremamente pesados e complexos, de custos proporcionalmente elevados e perdendo mobilidade. Pode-se dizer que o progresso da engenharia mecânica neste campo atingiu o limite do possível, para materiais de campanha. Recentemente, com projetis assistidos por um foguete em parte da trajetória (RAP-Rocket assisted projectile) o alcance é acrescido de cerca de 25%, mas há uma perda de potência explosiva e ligeira redução de precisão.

Ademais, o projétil do canhão deve suportar um esforço mecânico muito grande (acima de 10.000 g) devido à forte aceleração inicial que recebe: necessita, portanto, ter paredes espessas e robustas, razão pela qual o peso do explosivo transportado é relativamente pequeno e os estilhaços da carcaça se apresentam em grandes fragmentos, de tamanhos extremamente variados. Já o foguete recebe acelerações máximas da ordem de 100 g e assim a relação peso do explosivo/peso da carcaça pode ser otimizada para um melhor rendimento, as paredes da ogiva podem ser construídas com linhas de rup-

tura predeterminadas, de forma a produzir bem maior número de estilhaços, de tamanho e forma uniformes, de grande energia cinética e portanto de efeito mortífero muito mais significativo, tanto pela extensa distância que percorrem como pela maior capacidade de penetração.

Deve ser dito ainda que o foguete normalmente atinge a área de alvos com ângulos de incidência próximos da vertical, o que confere aos arrebentamentos um excelente aproveitamento circular da dispersão dos estilhaços. Os projéteis de tubo, porém, apresentam ângulos de incidência entre  $30^{\circ}$  e  $70^{\circ}$  e quanto menor este ângulo, menor o aproveitamento da dispersão dos estilhaços, grande parte dos quais são arremessados para o ar ou contra o solo.

Pela sua capacidade de transportar maiores cargas, os foguetes se prestam a servir como vetores de submunições, isto é, de cargas bem menores que podem ser espalhadas sobre a área de alvos por meio de uma ejeção no ar da ogiva veteira. No momento da ejeção as submunições são liberadas a algumas centenas de metros de altura, caindo sobre a área do alvo segundo um cone e produzindo efeitos em um círculo de raio bastante grande, entre 80 e 160 metros, tanto maior quanto mais alta for a ejeção.

Entretanto, se o foguete apresenta estas vantagens, em outros pontos ele apresenta também desvantagens.

O seu maior inconveniente é a dispersão, a qual decorre, sobretu-

do, do seu mecanismo de lançamento, no qual a velocidade inicial é muito baixa, enquanto na peça de tubo o projétil deixa a boca da peça animado de uma velocidade inicial de muitas centenas de metros por segundo. Assim, enquanto a velocidade do projétil de tubo é decrescente no ramo ascendente da trajetória e no ramo descendente volta a ser crescente pela aceleração da gravidade, no caso do foguete ela é crescente a partir do lançamento, atingindo o valor máximo no fim da queima do propelente; decresce então até o apogeu da trajetória e passa novamente a ser crescente, pela aceleração da gravidade. Durante o primeiro terço do ramo ascendente, o foguete é altamente sensível a influências externas (sobretudo vento) e a influências internas, isto é, de sua própria construção — variação de peso, variação do centro de gravidade, dispersão no programa de queima, variação na rotação própria etc. Esta grande sensibilidade é o principal fator da maior dispersão do foguete em relação ao projétil de artilharia de tubo.

Para compensar o acréscimo de dispersão do foguete, quatro a cinco vezes maior que a dispersão de tubo, podem ser adotadas soluções de dois tipos:

— dar um mecanismo de guiagem ao foguete. Esta guiagem pode ser inicial (por exemplo, apenas na fase propulsada) ou terminal (baseada em reflexões de raios laser, radares de busca do alvo, dispositivos de procura da fonte de calor etc.). O uso da guiagem transforma, no vocabulário militar cor-

reto, o foguete em míssil e é obrigatório nos grandes alcances ou quando o alvo é de dimensões reduzidas e só o impacto direto causará dano apreciável — por exemplo, um navio. O alto custo do míssil é o único fator que limita seu uso: quando a relação custo benefício estiver em níveis aceitáveis, o míssil substituirá inteiramente a artilharia de tubo, como aliás já acontece na guerra naval. Cruzadores e encouraçados, que só existiam como plataformas de canhões gigantescos, de mais de 300 mm, são hoje apenas lembranças. No mar, o preço dos alvos admite o alto custo dos mísseis; em terra, este custo não é aceitável, pela capacidade de dispersão no terreno e pequeno valor do alvo;

— a outra alternativa é lançar um número elevado de foguetes, de forma a se obter uma compensação recíproca da dispersão e cobrir uma área apreciável do terreno, condição que torna este método particularmente adaptado à guerra terrestre. Em terra, os alvos são vulneráveis a arrebentamentos de menor energia (pessoal descoberto ou ligeiramente abrigado, veículos, instalações improvisadas etc.) e sensíveis mesmo a efeitos indiretos (estilhaço, sopro, incêndio, queda do moral etc.). Esta alternativa é a que deu origem aos lançadores múltiplos de artilharia, sem prejuízo de que é possível uma combinação das duas fórmulas. Assim é que os Estados Unidos pretendem adotar no seu sistema MLRS (Multiple Launcher Rocket System) a adoção da guiagem terminal Copperhead em seus fogue-

tes, os quais terão uma capacidade de busca de carros de combate inimigos pela reflexão de raios laser, emitidos por uma aeronave auxiliar.

## COMPARAÇÃO EM PODER DE FOGO

O estudo que se segue se fundamenta na capacidade de aplicar sobre uma posição inimiga, cuja localização é conhecida, uma grande quantidade de projetis, em um espaço de tempo pequeno (da ordem de 16 segundos) para a máxima obtenção de efeito destruidor, em decorrência de surpresa.

Para simplicidade de exposição, consideraremos na artilharia de tubo apenas quatro calibres, os mais usuais nos Exércitos ocidentais: o 105 mm, o 155 mm, o 175 mm e o 203 mm. No espaço de tempo de 16 segundos, uma peça de 105 pode disparar três tiros; a de 155, dois tiros e as demais um tiro. Os respectivos projetis representariam:

105 mm: 2,2 kg de explosivo e 13,0 kg de carcaça.

155 mm: 4,9 kg de explosivo e 25,0 kg de carcaça.

175 mm: 6,2 kg de explosivo e 39,1 kg de carcaça.

203 mm: 9,0 kg de explosivo e 51,0 kg de carcaça.

Portanto, em 16 segundos de fogo, o inimigo receberá:

105 mm: 6,6 kg de explosivo mais 39,0 kg de estilhaços.

155 mm: 9,8 kg de explosivo mais 50,0 kg de estilhaços.

175 mm: 6,2 kg de explosivo mais 39,1 kg de estilhaços.

203 mm: 9,0 kg de explosivo mais 51,0 kg de estilhaços.

Consideremos agora um lançador múltiplo capaz de lançar 32 foguetes (calibre entre 120 e 130 mm) no mesmo espaço de tempo, conduzindo ogivas de alto explosivo de 20 kg, portadoras cada uma de 6,7 kg de explosivo e 13,3 kg de carcaça. O material lançado sobre o inimigo será:

$32 \times 6,7 = 214,4$  kg de explosivo e  
 $32 \times 13,3 = 425,6$  kg de estilhaços.

A relação de poder de fogo entre este lançador múltiplo e as peças de tubo seria fornecida pela divisão dos valores acima, nos dois campos de comparação.

Em poder do explosivo, o lançador valeria:

$214,4 / 6,6 = 32$  peças de 105 mm  
 $214,4 / 9,8 = 21$  peças de 155 mm  
 $214,4 / 6,2 = 34$  peças de 175 mm  
 $214,4 / 9,0 = 23$  peças de 203 mm

Em material de estilhaços, a relação seria:

$425,6 / 39 = 10$  peças de 105 mm  
 $425,6 / 50 = 8$  peças de 155 mm  
 $425,6 / 39,1 = 10$  peças de 175 mm  
 $425,6 / 51,0 = 8$  peças de 203 mm

É óbvio que as relações acima têm apenas valor indicativo e não devem ser tomadas em termos absolutos, mesmo porque outros dados precisariam ser considerados. A favor do material de tubo, poderia ser dito que a dispersão do seu tiro é muito menor e a bateria é menos vulnerável à localização pelo inimigo; a favor do foguete, que o seu projétil tem mais poder aquisitivo, a rajada cobre uma área maior simultaneamente e a direção de tiro é muito mais simples.

No que se refere ao bombardeio sobre alvos de grandes dimensões — entendidos como áreas de 20 a 30 hectares, isto é, equivalentes a quadrados de lados acima de 450 metros — a relação é extremamente favorável aos foguetes de grande calibre, com ogivas de cabeça múltipla. Como exemplo, uma rajada de quatro foguetes de 300 mm, cada um com ogiva portadora de dezenas de submunições, pode saturar em alguns segundos uma área de mais de 220.000 metros quadrados. Para a obtenção de igual efeito com o material de 155 mm, necessitaríamos mais de cem tiros, ou seja o fogo de cinquenta peças. Ademais, isto só seria obtido após cálculos de tiro extremamente complexos, para que os impactos se distribuíssem sobre a área de maneira uniforme. Esta dispersão desejável se consegue pelas próprias características do foguete e como conseqüência da ejeção no ar das submunições.

Não podemos, também, perder de vista o fato de que todos estes efeitos são conseguidos, sem maiores problemas, em alcances bem superiores aos das peças de artilharia de tubo.

## ANÁLISE DE CUSTO PARA A RAJADA

Argumenta-se, freqüentemente, que a munição tipo foguete é mais cara que a equivalente de tubo e sendo o lançador múltiplo um voraz consumidor de munição, um sistema de armas de foguetes é extremamente caro e alimentá-lo em

acompanha um problema logístico e solução muito difícil.

O que acima está dito é parcialmente correto. Como muitas vezes acontece, sobre uma premissa verdadeira se estabelece uma dedução correta, por se deixar de considerar as outras componentes que também afetariam a dedução. Vamos um exemplo:

Considerando-se a necessidade de atingir um alvo a 25km ocupando uma área de 400 x 500 m, ou seja 20 hectares, com a duração

máxima do bombardeio de 20 segundos, levantaremos o custo de duas modalidades de execução, com uma bateria de foguetes múltiplos e com artilharia de tubo. Para este cálculo, empregaremos os seguintes valores, que podem ser considerados médios do mercado internacional de armamento, para material novo e em operações comerciais livres de preços políticos (isto é, valores subsidiados pelo governo vendedor para obter ou reforçar uma dependência política).

Projétil de artilharia 155 mm	—	US\$	1,200.00
Foguete com ogiva de alto explosivo	—	US\$	6,200.00
Obuseiro 155 mm auto rebocado, tipo M-198 americano ou similar europeu	—	US\$	485,000.00
Trator para o obuseiro	—	US\$	50,000.00
Lançador múltiplo de 32 tubos (AP)	—	US\$	600,000.00
Material para direção de tiro de uma bateria de 4 peças de tubo (calculadores, material de comunicações, observação etc.)	—	US\$	40,000.00
Diretora de tiro com radar, para trajetografia, tipo FieldGuard	—	US\$	3,500,000.00

Quanto à organização, o cálculo considerará baterias de 4 peças, para os dois casos. É claro que o mesmo mecanismo de custos poderá ser feito para baterias de 6 peças.

Admitido o relacionamento em poder de fogo de um lançador para 21 peças, proporcionalmente uma bateria de foguetes equivale a 21 baterias de 155 mm ou a 7 grupos de 3 baterias. Conseqüentemente, os valores finais seriam:

Custo da rajada da bateria de foguetes

1) Equipamento			
4 lançadores	—	4 x 600,000.00.	US\$ 2,400,000.00
Diretora de Tiro	—	1 x 3,500,000.00.	US\$ 3,500,000.00
2) Munição . . . . .	—	4 x 32 x 6,000.00.	US\$ 768,000.00
		Total	US\$ 6,668,000.00

## Custo da rajada de artilharia de tubo

1) Equipamento			
84 peças de 155 mm —	84 x	485,000.00 . . .	US\$40,740,000.00
84 tratores —	84 x	50,000.00 . . .	US\$ 4,200,000.00
21 centrais de tiro —	21 x	40,000.00 . . .	US\$ 8,400,000.00
2) Munição . . . . . — 2 x 84 x			
		1,200.00 . . .	US\$ 2,016,000.00
		Total	US\$55,356,000.00

Verifica-se, assim, que o custo da rajada executada pela bateria de foguetes é nove vezes menor que o custo da mesma rajada executada com obuseiros 155 mm auto-rebocados. Se considerássemos o material 155 mm autopropulsado a relação seria ainda mais desfavorável, pois uma peça 155 mm autopropulsada custa da ordem de US\$ 800,000.00.

É também conveniente notar que construímos a comparação com ogivas simples de alto explosivo para os foguetes, de calibre em torno de 120 ou 130 mm. Caso considerássemos foguetes de grande porte, portadores de ogivas múltiplas para liberação no ar de submunições, apenas uma seção de dois lançadores cobriria a mesma área que 20 peças de 155 mm, com efeito menor contra equipamento mas com igual efeito em nível de baixas contra pessoal.

## ASPECTOS LOGÍSTICOS

No cálculo acima limitamos a comparação ao custo de equipamento diretamente ligado ao tiro e à munição respectiva.

É válido estender a mesma análise ao campo logístico em geral.

Assim, uma bateria de foguetes tem um efetivo da ordem de 110

homens enquanto um grupo de artilharia 155 mm tem um efetivo de 604 homens. Portanto, a relação de efetivo necessário para igual liberação em poder de fogo é 110 homens/foguete para 604 x 7 = 4228 homens/tubo (pois vimos que 21 baterias 155 mm se organizam em 7 grupos). Aqui, então, a estatística mostra que um soldado empregado na artilharia de foguetes vale trinta e oito na artilharia de tubo.

A experiência da II Guerra Mundial, adotada pela Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como orientadora para cálculos logísticos, mostra alguns valores indicativos do consumo de suprimentos na zona de combate. Destes, o de menor índice é o obtido pelos VI e VIII Exércitos americanos no Pacífico e aponta a necessidade de 15,6 kg de suprimentos/homem/dia (os valores do teatro europeu são bem maiores).

Usando este valor de 15,6 kg/homem/dia, uma bateria de foguetes requer 110 x 15,6 = 1,716 kg por dia de suprimento de todas as classes; os sete grupos de artilharia 155 mm exigiriam 4228 x 15,6 = 65.956,8 kg diários de suprimentos, os quais por sua vez empenha-

riam apreciável mão-de-obra e material de transporte.

A comparação dos valores acima dispensa comentários.

No que se refere ao aspecto específico da munição, admitido que uma bateria de foguetes execute três ou quatro rajadas completas por jornada, o peso da munição correspondente é da ordem de 4 x 128 x 60 ou 30.720 kg, isto é, menos da metade do peso de suprimento geral que necessita a artilharia de tubo. Parece válido referir, ainda, que é preferível lançar este peso (ou mais precisamente um terço dele) em explosivo sobre o inimigo, do que levar para a zona de combate suprimentos de classe I, combustíveis, material de intendência, etc.

## CONCLUSÃO

Poderia parecer, com base apenas nas comparações de custos acima, que é aconselhável a substituição de toda a artilharia de tubo pelos lançadores múltiplos.

Tal afirmação seria um erro.

Dentro das características atuais da guerra, os dois tipos de material devem coexistir no campo de batalha. Suas missões são complementares, pois o seu emprego tático ocorre em condições diferentes.

O apoio contínuo e cerrado à arma-base permanece com a artilharia de tubo, capaz de atirar sobre alvos de pequenas dimensões, situados próximos à linha de contacto. Pela flexibilidade da sua organização e pela judiciosa coordenação do apoio de fogo, a artilha-

ria de tubo é apta a distribuir seus bombardeios em pequenas concentrações, compatíveis com alvos de dimensões reduzidas e com grande presteza de atendimento.

Já as baterias de foguetes devem ser empregadas como uma "reserva de fogo", a ser lançada na balança nos momentos decisivos do combate ou quando é localizado — em geral em áreas mais à retaguarda — um alvo de grande valor tático, como concentrações de tropa, postos de comando, áreas de suprimentos etc. Nada seria mais inadequado do que lançar uma rajada de bateria de foguetes sobre um ninho de metralhadora a 600 metros da linha de contacto. Comparativamente, isto seria atirar em um coelho com um rifle de caçar elefantes.

Como uma idéia de grandeza, seria correto admitir que para cada alvo compatível com o poder e custo dos foguetes, surgirão no decorrer do combate dezenas de alvos adequados à artilharia de tubo. A cada alvo, deve corresponder o fogo do armamento apropriado.

É certo que, neste quadro doutrinário de emprego, os lançadores múltiplos permanecerão nas posições de reunião a maior parte do tempo; apenas durante alguns segundos, talvez apenas durante um minuto por dia, eles estarão efetivamente atirando.

Contudo, neste minuto de fogo eles estarão talvez rompendo o equilíbrio tático da batalha, caso sejam judiciosamente levantados e escolhidos os alvos atingidos.

É conhecido e tradicional o conceito de que o comandante

mostra o seu talento tático pelo emprego da sua reserva, no momento certo e no local adequado. Batalhas foram perdidas pela reserva não ter sido empregada, devido à excessiva cautela do comando; outras, pelo seu desgaste prematuro e em áreas secundárias, fruto da inadequada apreciação do quadro tático pelo comando.

Ora, a artilharia de foguetes pode ser apreciada como a reserva em poder de fogo de um escalão, à sua disposição para emprego nos momentos críticos do combate e/ou contra alvos cujo valor possa influir seriamente no prosseguimento das operações. De certo modo, ela representa um sucedâneo — por certo bem menos poderoso, mas com o mesmo papel — da arma nuclear tática: sem dúvi-

da, a arma realmente absoluta, desde que disponível apenas para um dos partidos. Uma Brigada, uma Divisão, um Exército que disponha de uma apropriada artilharia de foguetes múltiplos pode empregar sua artilharia de tubo na missão normal de apoio direto ou ação de conjunto e guardar sua massa de fogos em foguetes para reforçar o fogo das unidades de tubo nas zonas de ação críticas, ou concentrá-las para momentos decisivos do combate, como uma preparação de ataque. Há um campo imenso aberto ao estudo e à imaginação dos coordenadores de apoio de fogo em qualquer escalão, na busca de melhores fórmulas de emprego de um poder de fogo devastador, desencadeado por pequenos efetivos e a custos operacionais relativamente baixos.



*O Cel R1 Kleber F. de Oliveira é da turma de 1946 da AMAN e possui todos os cursos da carreira militar, inclusive o CEMCFA e ESG. Em 1972 foi Chefe da Seção de Artilharia da ECEME e da Comissão de Estudos para implementação de mísseis no Exército, integrada por oficiais do C. Art. da ECEME e EsAO. Transferido para a reserva a pedido em abril de 1979, atualmente é Gerente de Vendas Internacionais e Assessor Especial para Armamento do Exército da Avibrás Indústria Aeroespacial S.A., empresa brasileira em São José dos Campos.*