



Projeto Mário Travassos

Artigo de Opinião

Foguetes guiados existentes no mundo: possíveis referências para o desenvolvimento de um artefato a ser adotado pela artilharia de campanha do Exército Brasileiro

**Victor Bernardes de Faria – Ten Cel
(Opinião de inteira responsabilidade do autor)**

2023

1 INTRODUÇÃO

A artilharia de mísseis e foguetes é o elemento da artilharia de campanha particularmente apto a “realizar saturação de área e fogos de aprofundamento pelo alcance e pelas características de suas munições” (BRASIL, 2021). Na Doutrina Militar Terrestre brasileira, os “mísseis e foguetes complementam o apoio de fogo prestado pelas unidades de tubo” (BRASIL, 2019).

Interessa ao Brasil, neste momento, a criação de um foguete guiado que cubra a lacuna existente entre os foguetes que já integram o Sistema ASTROS e o MTC 300, míssil tático de cruzeiro em fase final de desenvolvimento – artefato que irá dotar este mesmo sistema – cujo alcance de utilização é da ordem de 300 quilômetros.

Há, contudo, que se considerar a dificuldade de se obter dados primários acerca dos artefatos a seguir descritos, em razão do caráter de confidencialidade que envolve tecnologias militares. As especificações foram obtidas de fontes abertas, muitas delas das próprias empresas. Esta é uma ressalva que deve ser levada em consideração ao avaliar o desempenho desses materiais.

2 DESENVOLVIMENTO

Serão apresentados os materiais de outros países que mais se destacam pela tecnologia embarcada, até o alcance de 200 quilômetros, que possam servir de referência para o desenvolvimento de um foguete guiado a ser adotado pela artilharia de campanha de longo alcance do Exército Brasileiro.

2.1 ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA)

A família de foguetes norte-americana **GMLRS** (*Guided Multiple Launch Rocket System*) foi desenvolvida pela Lockheed Martin Corporation no calibre 227 milímetros. Seus foguetes atualmente em uso possuem um alcance de utilização de até 70 quilômetros com guiamento INS¹ e por GNSS² (GPS³).

O erro provável circular (CEP⁴) de sua rajada é de apenas 10 metros, conferindo-lhe elevada precisão e efeito colateral reduzido. Sua cabeça de guerra pesa em torno de 90

¹ *Inertial Navigation System*: sistema de navegação inercial.

² *Global Navigation Satellite System*: sistema de navegação por satélite.

³ *Global Positioning System*: sistema de navegação por satélite administrado pelos EUA.

⁴ CEP (*circular error probable*) é a área que compreende no mínimo a metade dos impactos de uma rajada de foguetes. O CEP das munições não guiadas varia conforme o alcance e a altitude do tiro.

quilogramas, podendo ser HE⁵ ou AW⁶ (GMLRS..., 2023). Estas características permitem a realização do tiro com uma margem de segurança muito pequena: apenas 200 metros de distância, permitindo-lhe prestar apoio de fogo a tropas em contato (EUA, 2023).

O foguete **ER GMLRS** (*Extended-Range Guided Multiple Launch Rocket System*), por sua vez, é a versão de alcance estendido do foguete norte-americano GMLRS. Com precisão similar ao seu antecessor, é capaz de atingir alvos a 150 quilômetros de distância. Outras características incluem um motor maior e melhor controle de trajetória, acionado pela cauda. Encontra-se em fase final de desenvolvimento e, segundo o fabricante, poderá ser lançado sob quaisquer condições climáticas (Lockheed..., 2023).

2.2 RÚSSIA

A preferência da Federação Russa – então União Soviética – por sistemas de lançamento de foguetes sobre rodas vem desde a 2ª Guerra Mundial. O aprimoramento de seu arsenal levou ao desenvolvimento, pela empresa NPO Splav, de uma família de artefatos que inclui os foguetes guiados abaixo elencados.

Denominam-se **Tornado-S** os diversos foguetes russos de calibre 300 milímetros, dentre os quais os 9M54. Esta série compreende os foguetes superfície-superfície guiados por sistema inercial e GNSS (GLONASS⁷), capazes de atingir alvos a 120 quilômetros de distância com um erro provável circular de 30 metros. Os foguetes 9M54 se distinguem pela cabeça de guerra (alto-explosiva de fragmentação ou termobárica), que pesam 250 quilogramas (Adjustable..., 2023).

Empregados na invasão da Ucrânia pela Rússia, os foguetes Tornado-S já atingiram diversos alvos de alto valor, tais como um aeródromo militar na região de Ivano-Frankovsk e um posto de comando de uma unidade de mercenários estrangeiros em Nikolaevka (Maishev, 2023).

A imprensa russa afirmou, recentemente, que uma nova plataforma de lançamento múltiplo de foguetes está sendo desenvolvida no país. Trata-se do sistema **Sarma**, de 300 milímetros, que terá maior mobilidade e segurança, e empregará munições guiadas de alta precisão, além de um sistema avançado de controle de tiro (A Rússia..., 2023).

⁵ *High Explosive* (alto-explosiva): ogiva unitária que fornece maior precisão ao tiro.

⁶ *Alternative Warhead* (cabeça de guerra alternativa): empregada em substituição à cabeça de guerra múltipla (MW), a fim de evitar que submunições não detonadas permaneçam no terreno, em conformidade com normas internacionais.

⁷ *Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema*. GNSS russo.

2.3 ISRAEL

Os foguetes desenvolvidos e fabricados em Israel – Accular e EXTRA – têm por principal característica a compatibilidade com diversos sistemas, tais como a lançadora PULS e a norte-americana M270, a depender do calibre.

Os foguetes guiados israelenses **Accular** são descritos pelo fabricante – Elbit Systems – como um engenho que cumpre os requisitos do combate urbano e está particularmente apto a neutralizar, sob quaisquer condições climáticas, alvos em áreas onde o uso de obuseiros é limitado pelo terreno, distância e precisão (Accular..., 2023).

Há dois modelos de foguetes Accular: um de calibre 122 e o outro de 160 milímetros. O primeiro é montado em um contêiner lançador que comporta dezoito foguetes. O contêiner do segundo transporta dez artefatos. Suas cabeças de guerra pesam, respectivamente, 20 e 35 quilogramas, podendo ser unitárias de penetração ou de fragmentação controlada (PULS, 2023). Ambos são guiados por GPS (FIORENZA, 2023) e atingem o alvo produzindo um CEP de apenas 10 metros de raio (Accular..., 2023).

O foguete israelense **EXTRA** é um artefato supersônico guiado por GPS capaz de atingir um alvo entre 30 e 150 quilômetros de distância com 10 metros de erro provável circular (CEP) em menos de 5 minutos após o disparo. É um engenho de alta precisão fabricado, também, pela Elbit Systems. A empresa destaca como principais características deste foguete sua alta responsividade, eficácia para operações em ambiente urbano (Extra..., 2023) e precisão.

Seu calibre é de 306 milímetros e sua cabeça de guerra unitária avançada pesa 120kg, podendo ser de penetração ou de fragmentação controlada. Cada contêiner lançador transporta quatro foguetes guiados EXTRA (PULSTM..., 2023).

2.4 CHINA

A China se faz presente em todo o espectro de utilização de foguetes guiados. Seu arsenal é o mais diversificado e compreende diversos modelos. Diversos países, incluindo Bielorrússia, Etiópia e Paquistão, operam foguetes guiados desenvolvidos pelos chineses, com destaque para os Weishi e os BRE.

Weishi é o nome de uma extensa família de sistemas de lançadores múltiplos de foguetes chinesa, os quais podem ser equipados com diversos tipos de cabeças de guerra: alto-explosiva; múltipla; ou de fragmentação (KATOCH, 2019). Seus principais artefatos equipados com dispositivos de guiamento são os foguetes guiados e os foguetes guiados de precisão. Nesta família, a identificação das plataformas de lançamento geralmente acompanha os artefatos.

Os foguetes guiados, tais como o WS-22 (calibre 122mm, alcance entre 20 e 45 Km), o A100 (calibre 300mm, alcance de 60 a 100 Km), e o WS-2 (calibre 400mm, alcance até 200 Km) dispõem apenas de guiamento inercial. Suas especificações indicam um desempenho muito satisfatório no quesito precisão, ou seja, são artefatos capazes de produzir um CEP reduzido (raio entre 30 e 45 metros) (KATOCH, 2019). Contudo, a ausência de instrumentos de navegação mais aprimorados, do tipo GNSS, prejudicam sua acurácia.

“Guiados com precisão” são os engenhos da família Weishi dotados, além do INS, de GNSS. Esses instrumentos possibilitam estender seu alcance, ao mesmo tempo em que preservam sua precisão (CEP entre 30 e 50 metros) e incrementam sua acurácia. Alguns modelos são: WS-33 (calibre 200mm; alcance de 10 a 70 Km); WS-32 (calibre 300mm, alcance de 60 a 150 Km); A200 (calibre 300mm; alcance de 50 a 200 Km) e WS-3 (calibre 406mm; alcance de 70 a 200Km) (WS-3..., 2013).

BRE compreende uma série de mísseis e foguetes guiados fabricados pela NORINCO e lançados por diversas plataformas. Na versão destinada à exportação, seus engenhos recebem as denominações *Fire Dragon* ou *King Dragon*.

O foguete guiado de 122mm da NORINCO é o **BRE7** (Fire Dragon 40). É um artefato guiado por INS e GNSS com alcance de 20 a 40 Km e CEP de 25 metros (SR5..., 2022). Na versão Fire Dragon 40A, o fabricante apresenta um foguete *terminal sensitive*⁸. Além dos veículos chineses, esses foguetes são compatíveis com algumas lançadoras de fabricação russa.

No calibre 220 milímetros, a NORINCO desenvolveu o foguete **GRI** (King Dragon 60). Dotado de guiamento inercial, por GNSS e terminal a laser, este artefato é capaz de engajar alvos pontuais. Seu alcance varia de 25 a 70 Km. Neste calibre, há ainda o GR70 (Fire Dragon 70), que seria um artefato equivalente, porém sem guiamento terminal e, portanto, mais adequado à saturação de área (SR5..., 2022).

Os foguetes guiados de calibre 300mm da NORINCO atingem alvos entre 70 e 130 Km. São engenhos do modelo **BRE3** (Fire Dragon 140A), guiados por INS e GNSS. Com uma cabeça de guerra alto-explosiva de fragmentação pesando 200 Kg, produzem uma dispersão (raio do CEP) de 50 metros (AR3..., 2023).

⁸ *Terminal sensitive ammunition* é um tipo de munição inteligente capaz de detectar a presença do alvo ao final de sua trajetória, e fazer com que a detonação da cabeça de guerra ocorra em sua direção (YANG et. al. 2016).

2.5 TURQUIA

O material da Turquia é composto por mísseis e foguetes de propelente sólido da série TRG. À exceção do TRG-122, os engenhos são denominados mísseis pelo seu fabricante, a empresa Roketsan. Contudo, seu desempenho é similar aos foguetes dos outros países, de modo que podem ser inseridos no rol de materiais aqui descritos.

O foguete **TRG-122** e o míssil **TRLG-122** têm como características similares o alcance de utilização – 13 a 30 quilômetros – o diâmetro de 122 milímetros, o peso total, de 76 quilogramas, o propelente sólido e a cabeça de guerra. Ambos carregam a mesma ogiva alto-explosiva de fragmentação (esferas de aço), cujo raio de ação é de aproximadamente 40 metros.

A diferença entre eles está na tecnologia de guiamento. Enquanto o TRG-122 – guiado por GNSS (GPS e GLONASS) e um sistema inercial auxiliado – produz um CEP de 20 metros (TRG-122..., 2023), o TRLG-122 dispõe de guiamento inercial e um *Laser Seeker STANAG 3733*⁹, sendo capaz de atingir um alvo com precisão de 2 metros (TRLG-122..., 2023).

Os mísseis **TRG-230** e **TRLG-230** também possuem semelhanças, a saber: calibre de 230 milímetros, alcance entre 20 e 70 quilômetros, cabeça de guerra alto-explosiva de fragmentação (esferas de aço) com 42 quilos e raio de ação de 55 metros, aproximadamente (TRG-230..., 2023). A diferença está no peso (215 Kg do TRG contra 210 Kg do TRLG), no sistema de guiamento e na precisão: CEP de 10 metros para o TRG, equipado com INS auxiliado, GPS e GLONASS; e precisão de 2 metros para o TRLG, que além dos mesmos instrumentos é dotado de um *Laser Seeker* similar ao míssil de 122 milímetros (TRLG-230..., 2023).

O míssil guiado **TRG-300** é o artefato de 300 milímetros da Roketsan. Há duas versões deste engenho em atividade, atualmente: o míssil do “bloco II”, com 660 Kg de peso total, uma cabeça de guerra de 180 Kg, alcance de 20 a 90 Km e raio de ação de 80 metros; e o do “bloco III”, pesando 585 Kg no total, com uma ogiva de 105 Kg, alcance de 30 a 120 Km e raio de ação de 70 metros (TRG-300..., 2023).

Exceto pelo peso, as cabeças de guerra são similares aos modelos de menor calibre. As demais especificações são as seguintes: guiamento por GNSS (GPS e GLONASS), INS auxiliado e capacidade *anti jamming*¹⁰, e 10 metros de raio para o erro circular provável (TRG-300..., 2023).

⁹ Buscador a laser do tipo PRF (*pulse repetition frequency*).

¹⁰ *Anti Jamming* (ou *Anti-Jammer*) é uma medida de proteção eletrônica que impede a atuação de bloqueadores de sinal que possam ser empregados contra o míssil.

2.6 BIELORRÚSSIA

A Bielorrússia desenvolveu e possui em seu arsenal o sistema de lançamento múltiplo de foguetes Polonez, plataforma que equipa suas forças armadas desde 2016 e foi adquirida pelo Azerbaijão a fim de ser empregada do conflito Nagorno-Karabakh (KUCERA, 2018).

O foguete guiado do sistema **Polonez** é produzido no calibre 300 milímetros e pesa 750 Kg. Com guiamento inercial e GNSS, produz um CEP de 50 metros ao engajar alvos entre 50 e 200 quilômetros de distância. Pode ser configurado com cabeça de guerra unitária de fragmentação, de penetração ou de fragmentação múltipla (Polonez..., 2023).

2.7 COREIA DO SUL

Os foguetes Chunmoo de calibre 239mm são dotados de um sistema de guiamento inercial com GPS que resulta em um erro circular provável de 15 metros (Products..., 2023). Sua cabeça de guerra pesa 120 Kg, podendo ser alto-explosiva ou de fragmentação (K239..., 2023). O alcance desses artefatos é de 80 Km, todavia há esforços do desenvolvedor em estendê-lo até 200 Km mediante a adição de uma entrada de ar que permita ampliar o tempo de combustão do propelente, a exemplo do Meteor¹¹ (LEE, 2022).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os materiais anteriormente descritos, alguns aspectos merecem destaque. O primeiro deles é a baixa acurácia do material chinês não dotado de guiamento por GNSS, mas apenas inercial. Apesar de mais baratos, esses foguetes podem ter um desempenho insatisfatório para o que se espera de um foguete guiado brasileiro.

Entre as especificações que incidem em melhoria do desempenho, e que podem ser consideradas no desenvolvimento de munições inteligentes pela indústria nacional de defesa, enfatiza-se: a sensibilidade terminal (em tradução livre) do artefato chinês Fire Dragon 40A; o *laser seeker* e a tecnologia *anti jamming* que equipam o material turco; e a tecnologia de entrada de ar – em desenvolvimento – destinada a ampliar o alcance do foguete Chunmoo sul coreano.

A tecnologia que envolve a fabricação de foguetes guiados é de domínio restrito. Em consequência, poucos são os países possuidores desses artefatos. Tais sistemas constituem uma importante referência para que a base industrial de defesa brasileira possa desenvolver um produto com características similares.

¹¹ Meteor é um míssil ar-ar guiado por radar ativo desenvolvido e fabricado pela MBDA Systems.

REFERÊNCIAS

Accular – Cost-effective guided artillery rocket. **Elbit Systems**. Disponível em: <<https://elbit.com/product/accular/>>. Acesso em: 1º out 2023.

AR3 Multiple launch rocket system. **Military Today**. Disponível em: <<https://www.militarytoday.com/artillery/ar3.htm>>. Acesso em 9 out 2023.

A Rússia está criando um novo MLRS "Sarma" com munição inteligente. **RIA Novosti**. 1º jun 2023. Disponível em: <<https://ria.ru/20230601/rszo-1875442083.html>>. Acesso em: 25 set 2023.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Artilharia de Campanha em Operações**. EB70-MC-10.224. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2019.

_____. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Grupo de Mísseis e Foguetes**. EB70-MC-10.363. ed. experimental. Brasília, DF: COTER, 2021.

EUA. US Army. Multiple Launch Rocket System (MLRS) M270A1. **United States Army Acquisition Support Center**. Disponível em: <<https://asc.army.mil/web/portfolio-item/multiple-launch-rocket-system-mlrs-m270a1/>>. Acesso em: 22 set 2023.

Extra – Long-range high precision rocket. **Elbit Systems**. Disponível em: <<https://elbitsystems.com/product/extra/>>. Acesso em: 1º out 2023.

FIORINZA, Nicholas. Future Artillery 2023: PULS MRL entering service with Israel Defense Forces. **Janes**. 5 jun 2023. Disponível em: <<https://www.janes.com/defence-news/news-detail/future-artillery-2023-puls-mrl-entering-service-with-israel-defense-forces>>. Acesso em 1º out 2023.

GMLRS Munitions: The right Precision Fires solution for every mission. **Lockheed Martin**. Disponível em: <<https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/guided-mlrs-unitary-rocket.html>>. Acesso em: 25 set 2023.

K239 Chunmoo Multiple Launch Rocket System, South Korea. **Army Technology**. 9 fev 2023. Disponível em: <<https://www.army-technology.com/projects/k239-chunmoo-multiple-launch-rocket-system-south-korea/>>. Acesso em: 1º out 2023.

KATOCH, P. C. MLRS for Army and Indigenous Capability. **SP Guide Publications**. Jun-Jul, 2019. Disponível em: <<https://www.spslandforces.com/story/?id=625&h=MLRS-for-Army-and-Indigenous-Capability>>. Acesso em: 9 out 2023.

KUCERA, Joshua. Azerbaijan acquires new missiles in escalating arms race with Armenia. **Eurasianet**. 12 jun 2018. Disponível em <<https://eurasianet.org/azerbaijan-acquires-new-missiles-in-escalating-arms-race-with-armenia>>. Acesso em: 5 out 2023.

LEE, Daehan. South Korea is trying to double the range of its K239 rocket launcher. **DefenseNews**. 24 jun 2022. Disponível em: <<https://www.defensenews.com/global/asia-pacific/2022/06/24/south-korea-is-trying-to-double-the-range-of-its-k239-rocket-launcher/>>. Acesso em 5 out 2023.

Lockheed Martin's Extended-Range Rocket Excels in Long Range Flight. **Lockheed Martin**. 1º set 2023. Disponível em: <<https://news.lockheedmartin.com/2023-09-01-lockheed-martins-extended-range-rocket-excels-in-long-range-flight>>. Acesso em: 25 set 2023.

MAISHEV, Aleksei. Tropas russas destroem na Ucrânia posto de comando de mercenários com sistema Starlink. **SPUTNIK Brasil**. 12 ago 2023. Disponível em: <<https://sputniknewsbr.com.br/20230812/tropas-russas-destroem-na-ucrania-posto-de-comando-de-mercenarios-com-sistema-starlink-29892562.html>>. Acesso em: 25 set 2023.

Polonez Multiple Launch Rocket System. **Military Today**. Disponível em: <<https://www.militarytoday.com/artillery/polonez.htm>>. Acesso em: 5 out 2023.

Products & Services – LAND: Missile and Ammunition – Chunmoo Guided Rocket. **Hanwha Aerospace**. Disponível em: <<https://www.hanwhaaerospace.co.kr/eng/whatwedo/product/land.do#land>>. Acesso em: 1º out 2023.

PULS Rocket Artillery Systems, Israel. **Army Technology**. 31 maio 2023. Disponível em: <<https://www.army-technology.com/projects/puls-rocket-artillery-systems-israel>>. Acesso em: 1º out 2023.

PULS™ – Precise and Universal Launching System. **Elbit Systems**. Disponível em: <<https://elbitsystems.com/product/puls/>>. Acesso em: 1º out 2023.

SR5 GMLRS MLRS Multi-Caliber Multiple Launch Rocket System – China. **Army Recognition**. 12 nov 2022. Disponível em <https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/sr5_sr-5_guided_multiple_launch_rocket_system_gmlrs_mlrs_122mm_220_mm_technical_data_sheet_specifications_pictures_video_11601162.html>. Acesso em: 9 out 2023.

TRG-122 Guided Rocket. **Roketsan**. Disponível em: <<https://www.roketsan.com.tr/en/products/trg-122-guided-rocket>>. Acesso em: 1º out 2023.

TRG-230 Guided Missile. **Roketsan**. Disponível em: <<https://www.roketsan.com.tr/en/products/trg-230-guided-missile>>. Acesso em: 1º out 2023.

TRG-300 Guided Missile. **Roketsan**. Disponível em: <<https://www.roketsan.com.tr/en/products/trg-300-guided-missile>>. Acesso em: 1º out 2023.

TRLG-122 Laser Guided Missile. **Roketsan**. Disponível em: <<https://www.roketsan.com.tr/en/products/trlg-122-laser-guided-missile>>. Acesso em: 1º out 2023.

TRLG-230 Laser Guided Missile. **Roketsan**. Disponível em: <<https://www.roketsan.com.tr/en/products/trlg-230-laser-guided-missile>>. Acesso em: 1º out 2023.

WS-3 400mm Guided MLRS MGLRS Multiple Launch Rocket System. 2 jun 2013. **Army Recognition**. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/ws-3_400mm_guided_mlrs_mglrs_multiple_launch_rocket_system_data_sheet_specifications_pictures_video.html>. Acesso em 9 out 2023.

YANG, Jiaoying; HE, Guanglin; ZHANG, Zhan. Common Terminal-sensitive Submunition with Function of Blockade and Control. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED MATERIALS AND COMPUTER SCIENCE (ICAMCS 2016), 5., 2016, Qingdao, China: Atlantis Press.