



**CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

**1º TEN THIAGO SOBRINHO RAMPONI**

**ESTUDO DO EMPREGO E DAS MUNIÇÕES DA ARTILHARIA DE MÍSSEIS  
FOGUETES NA GUERRA NA UCRÂNIA**

**Formosa – GO**

2023



**CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

**1º TEN THIAGO SOBRINHO RAMPONI**

**ESTUDO DO EMPREGO E DAS MUNIÇÕES DA ART MSL FGT NA GUERRA NA  
UCRÂNIA**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

**Formosa – GO**

2023



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
COMANDO MILITAR DO PLANALTO  
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES  
DIVISÃO DE DOCTRINA E PESQUISA**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Autor: 1º TEN THIAGO SOBRINHO RAMPONI**

**TÍTULO: ESTUDO DO EMPREGO E DAS MUNIÇÕES DA ART MSL FGT NA GUERRA  
NA UCRÂNIA**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

APROVADO EM: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2023

CONCEITO: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

<b>Membro</b>	<b>Menção Atribuída</b>

**THIAGO SOBRINHO RAMPONI - 1º Ten  
Aluno**

# **ESTUDO DO EMPREGO E DAS MUNIÇÕES DA ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES NA GUERRA NA UCRÂNIA**

Thiago Sobrinho Ramponi  
Edinei Zulian

## **RESUMO**

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo realizar um estudo sobre o emprego e as munições de artilharia de mísseis e foguetes na guerra da Ucrânia, bem como levantar lacunas na doutrina e emprego desse tipo de material no Exército Brasileiro. Foi observada a escalada do conflito russo-ucraniano desde a dissolução da União Soviética, até a mobilização de tropas russas na fronteira em 2021 e a invasão russa em fevereiro de 2022. O conflito foi caracterizado pela ampla utilização de drones e artilharia pesada, com destaque para a artilharia de mísseis e foguetes, que desempenhou um papel dominante no conflito, inclusive com uso de mísseis hipersônicos. A tática russa de ataque envolveu o Grupo Tático de Batalhão (GTB), apoiado por fogos de artilharia de mísseis e foguetes, enquanto a Ucrânia lutava para atrasar o avanço russo, recebendo ajuda militar e de equipamentos do ocidente com o avançar da guerra. Foram levantadas lacunas no sistema de mísseis e foguetes brasileiro, incluindo a falta de Artilharia Antiaérea de média e grandes altitudes, destacou-se a preferência pela centralização dos meios como sendo uma vulnerabilidade, assim como a cadeia logística extensa e especializada e quantidade limitada de GMF para atender todo o território nacional. A dependência do Exército na empresa AVIBRAS para manutenção do material também foi identificada como um risco. Ao final houve propostas de soluções para as lacunas levantadas, bem como sugestão de pesquisa relacionada com o tema.

**Palavras-chave:** Guerra da Ucrânia. Artilharia de Mísseis e Foguetes. Exército Brasileiro. Grupo Tático de Batalhão. Drones. Artilharia Antiaérea

## **ABSTRACT**

The objective of this final course work was to conduct a study on the use of missile and rocket artillery in the war in Ukraine, as well as to identify gaps in the doctrine and use of this type of material in the Brazilian Army. The escalation of the Russian-Ukrainian conflict was observed from the dissolution of the Soviet Union to the mobilization of Russian troops on the border in 2021 and the Russian invasion in February 2022. The conflict was characterized by the widespread use of drones and heavy artillery, with a focus on missile and rocket artillery, which played a dominant role in the conflict, including the use of hypersonic missiles. The Russian attack tactic involved the Battalion Tactical Group (BTG), supported by missile and rocket artillery fires, while Ukraine fought to delay the Russian advance, receiving military and equipment aid from the West as the war progressed. Gaps were identified in the Brazilian missile and rocket system, including the lack of medium and high-altitude anti-aircraft artillery. The preference for centralized means was highlighted as a vulnerability, as well as the extensive and specialized logistical chain and limited quantity of missile and rocket artillery to cover the entire national territory. The Army's dependence on the AVIBRAS company for maintenance of the material was also identified as a risk. Finally, proposals for solutions to the identified gaps were presented, as well as suggestions for related research on the topic.

**Keywords:** War in Ukraine. Missile and Rocket Artillery. Brazilian Army. Battalion Tactical Group. Drones. Anti-Aircraft Artillery.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	6
1.1.	PROBLEMA	8
1.2.	OBJETIVO	9
<b>1.2.1.</b>	<b>Objetivos Específicos:</b>	9
1.3.	JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES	9
<b>2.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	11
2.1.	REVISÃO DA LITERATURA	12
2.2.	COLETA DE DADOS	12
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	13
3.1.	ANÁLISE DO EMPREGO E DAS MUNIÇÕES DA ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES	13
<b>3.1.1.</b>	<b>Emprego</b>	13
<b>3.1.2.</b>	<b>Munições utilizadas</b>	16
3.1.2.1.	Iskander-M	17
3.1.2.2.	OTR-21 Tochka (OTAN: SS-21 “Scarab”)	18
3.1.2.3.	Míssil antiaéreo S-300	19
3.1.2.4.	Foguete 122 mm	20
3.1.2.5.	Foguete 220 mm	21
3.1.2.6.	Foguete 300 mm	22
3.1.2.7.	GMLRS	23
3.1.2.8.	Kalibr-NK/-PL	24
3.1.2.9.	Kh-47M2 Kinzhal	25
3.2.	LACUNAS NO SISTEMA BRASILEIRO DE MÍSSEIS E FOGUETES E POSSÍVEIS MELHORIAS	26
<b>3.2.1.</b>	<b>Lacunas Observadas</b>	26
<b>3.2.2.</b>	<b>Soluções propostas</b>	28
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	33
<b>5.</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	36

## 1. INTRODUÇÃO

O conflito entre a Rússia e Ucrânia, se estende desde o final da Guerra Fria. A transição democrática da Ucrânia após a independência da União Soviética foi um período marcado por instabilidade política e por uma batalha de influências das duas grandes potências mundiais: Estados Unidos e Rússia. De um lado, a Rússia, apoiada por boa parte da população ucraniana, tentando manter uma boa relação comercial e sua influência; do outro, os EUA, tentando minar esta influência, apoiando a entrada da Ucrânia na OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte), como visto no trecho abaixo:

[...] em vez da comissão intergovernamental, Kiev e Moscou concordaram em estabelecer uma comissão "Putin-Yushchenko", que consistiria em quatro comitês: defesa, cooperação internacional, cooperação econômica e questões humanitárias". [...] Na análise das perspectivas das relações dos EUA e da OTAN com a Ucrânia após a Revolução Laranja, várias circunstâncias devem ser levadas em conta. Em primeiro lugar, dentro da Aliança, não há uma opinião unânime sobre as perspectivas de adesão da Ucrânia. No entanto, vale ressaltar que, do ponto de vista formal, ingressar na OTAN não é tão complicado quanto ingressar na UE. Em segundo lugar, a questão da adesão da Ucrânia à OTAN é complicada pelo fato de que a adesão é apoiada por aproximadamente 15-20% da população ucraniana, enquanto no início de 2005, 44% da população era a favor da adesão à UE. Em terceiro lugar, é necessário destacar que os EUA apoiam as aspirações de Kiev de ingressar na Aliança. (SIRUTAVIČIUS, 2005, p.163, tradução nossa)

Outro fato relevante para a escalada do conflito foi a invasão da Criméia pela Rússia em 2014. Essa região possuía uma grande população separatista pró-Rússia, que apoiou a invasão, e serviu de base para justificar tal ação, uma vez que se alegou a proteção da população russa que vivia na região, exemplificado a seguir:

[...]Para a Rússia, a intervenção na Criméia foi legítima pois, [...] houve o apoio da população sobre a anexação. Desta forma, justificou-se que a Criméia e a Rússia tivessem alicerce histórico e cultural semelhante e unido, justificando a anexação da Criméia como parte do território da Rússia[...] (LEITE, LUCENA, NOBRE, 2020, p.36)

Como resultado da invasão, houve um aumento das tensões entre a Rússia e a Ucrânia, a imposição de sanções econômicas por parte da União Europeia e dos Estados Unidos contra a Rússia, e um impacto negativo na estabilidade político-econômica da região. (WILSON, 2016)

Em 2018, a Rússia apreendeu três navios militares ucranianos no Estreito de Kerch, que liga o Mar Negro ao Mar de Azov, na costa da Criméia, após ter aberto fogo contra as embarcações e ferido marinheiros. A ação provocou uma nova crise entre os dois países. (G1, 2018)

Em 2021, a Rússia mobilizou tropas na fronteira e a Ucrânia acusa-a de apoiar separatistas no leste da Ucrânia. Estimava-se que mais de 114 mil soldados russos foram enviados para a área de fronteira a nordeste, leste e sul da Ucrânia, incluindo cerca de 92 mil soldados de infantaria, das forças aéreas e marítimas. Washington alegou ter relatórios de inteligência indicando que o Kremlin estava "se preparando para uma invasão". E o chefe da OTAN, Jens Stoltenberg, chamou atenção para a "significativa concentração militar russa". (BBC NEWS BRASIL, 2021)

Tudo isso culminou na invasão da Ucrânia em fevereiro de 2022 e o início dos conflitos no leste da região.

Neste conflito, viu-se que a tendência da guerra moderna gira em torno da ampla utilização de drones e artilharia pesada, evidenciado no seguinte trecho:

O Exército Russo e Ucrâniano compartilham uma herança operacional e tática comum, organização de força semelhante e foco na guerra de manobra em uma grande planície. A artilharia desempenha um papel dominante no conflito no leste da Ucrânia e, após um ano, o conflito pode ser definido como uma guerra de artilharia, uma vez que a artilharia supostamente produz a maior parte das baixas. O UAS tático é um recém-chegado relativo a reconhecimento de artilharia, ajuste de fogo e avaliação pós-ataque, mas está fazendo um trabalho notável como multiplicador de força. (GRAU e BARTLES, 2016, tradução nossa)

A Rússia também utilizou massivamente o emprego de mísseis, sendo estes responsáveis pela maior parte do poder de combate russo, como visto no trecho a seguir:

Desde o início da invasão ao território ucraniano, a Rússia já disparou cerca de **600 mísseis** contra o país vizinho. O número equivale a aproximadamente **95% do poder de combate russo acumulado dentro da Ucrânia**. As informações foram dadas por um alto funcionário da defesa dos Estados Unidos neste domingo. (LIEBERMANN, 2022, grifo nosso)

Além disso, a Rússia usou no início da invasão mísseis hipersônicos Kinzhal ("punhal" em português), marcando a primeira vez em que o uso dessas armas foi registrado em qualquer guerra. (G1, 2023)

Dentre as táticas russas de ataque destaca-se a utilização do Grupo Tático de Batalhão (GTB), unidade Russa de guerra que consiste em uma força combinada de infantaria, veículos de combate, artilharia, apoio logístico e outras unidades auxiliares, com capacidade de operar de forma autônoma em campo de batalha por um período limitado. (GRAU e BARTLES, 2022)

A Ucrânia, que por sua vez possuía armamentos remanescentes da União Soviética capazes de abater alvos a, no máximo, 80 Km, recebeu ajuda massiva da OTAN e viu seu poder de fogo aumentar exponencialmente com a chegada do sistema HIMARS, que mudou o curso da guerra contra a Rússia, sendo usado para atingir dezenas de alvos russos, como



postos de comando e depósitos de munições, além de terem sido utilizados para atingirem pontes, em locais que a Ucrânia tentava reconquistar (BBC, 2022).

Em março de 2023, a Rússia alegou ter abatido uma Bomba de Pequeno Diâmetro Lançada do Solo (GLSDB, em inglês), uma munição de precisão de longo alcance capaz de abater alvos com desvio de até 1 metro, e que pode atingir alvos até 150 Km (SAAB, 2023), o que poderia dobrar a distância de tiro das forças ucranianas, como evidenciado no trecho:

A Rússia afirmou na terça-feira que derrubou uma bomba inteligente guiada por GPS, do tipo GLSDB, fornecida pelos Estados Unidos e disparada pelas forças ucranianas. Essa foi a primeira vez que Moscou afirmou ter interceptado uma dessas armas, que pode dobrar o alcance de tiro do campo de batalha da Ucrânia. A Bomba de Pequeno Diâmetro Lançada por Terra é disparada por um foguete e depois desliza até o alvo, guiada por satélite GPS, a uma distância de 150 km, cerca de duas vezes a distância dos Sistemas de Foguetes de Artilharia de Alta Mobilidade (HIMARS) fornecidos pelos Estados Unidos e implantados por Kyiv no ano passado. (REUTERS, 2023, tradução nossa)

### 1.1. PROBLEMA

É evidente pelo exposto até aqui que o teatro de operações da Ucrânia tornou-se um verdadeiro laboratório de experimentação de armamentos e equipamentos do ocidente, sendo alguns deles nunca utilizados entre nações desenvolvidas, o que fica bem ilustrado no trecho a seguir:

Enquanto isso, a guerra na Ucrânia também ofereceu aos Estados Unidos e seus aliados uma oportunidade rara de estudar como seus próprios sistemas de armas se comportam sob uso intenso - e que munições ambos os lados estão usando para obter vitórias nesta guerra moderna acirrada. Oficiais de operações dos EUA e outros militares também rastream o quão bem-sucedida a Rússia tem sido usando drones baratos e descartáveis que explodem no impacto, fornecidos pelo Irã, para dizimar a rede elétrica ucraniana. A Ucrânia é "absolutamente um laboratório de armas em todos os sentidos, porque nenhum desses equipamentos jamais foi usado em uma guerra entre duas nações industrialmente desenvolvidas", [...] Para o exército dos EUA, a guerra na Ucrânia tem sido uma fonte incrível de dados sobre a utilidade de seus próprios sistemas. (LILLIS e LIEBERMANN, 2023, tradução nossa)

De sistemas de localização de alvos por drones, até foguetes guiados e mísseis hipersônicos, os meios utilizados nessa guerra estabelecem novos parâmetros para os demais países do mundo que desejam se preparar para uma guerra moderna.

Conhecer esses meios é crucial para que nossas forças armadas estejam preparadas para um eventual conflito, em especial a Artilharia brasileira, pois é a Arma responsável pela formação, capacitação e emprego do único sistema de mísseis e foguetes disponível na força terrestre do Brasil, e ao mesmo tempo, o armamento mais tecnológico no Exército atualmente: o Astros II.

Desta forma, dentro do escopo da pesquisa, elaborou-se a seguinte pergunta a ser respondida:

**Analisando o emprego e os tipos de munições utilizadas pela artilharia de mísseis e foguetes na guerra da Ucrânia, estamos preparados para enfrentar um eventual conflito onde equipamentos semelhantes podem ser empregados? E quais melhorias seriam necessárias para que nossos sistemas atuais de mísseis e foguetes possam fazer frente às novas ameaças da guerra moderna?**

## 1.2. OBJETIVO

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o emprego e os tipos de munições utilizadas pela artilharia de mísseis e foguetes na guerra da Ucrânia, buscando identificar quais seriam as melhorias necessárias para que nossos sistemas atuais de mísseis e foguetes possam fazer frente às novas ameaças da guerra moderna.

Para atingir o objetivo geral, a pesquisa contará com os seguintes objetivos específicos:

### **1.2.1. Objetivos Específicos:**

- 1.2.1.1. Analisar o emprego da artilharia de mísseis e foguetes na guerra da Ucrânia;
- 1.2.1.2. Identificar os tipos e as características técnicas dos mísseis e foguetes utilizados na guerra da Ucrânia;
- 1.2.1.3. Identificar as lacunas e as necessidades de melhorias nos sistemas de mísseis e foguetes disponíveis no Brasil;
- 1.2.1.4. Propor soluções para as lacunas identificadas.

## 1.3. JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

A justificativa deste estudo é ampla e abrange a importância do tema para o Exército Brasileiro. Em um contexto global de constantes mudanças geopolíticas e avanços tecnológicos, é imprescindível que as forças armadas estejam preparadas para enfrentar os desafios e ameaças que possam surgir.

A artilharia de mísseis e foguetes é uma das principais forças de combate em conflitos modernos, e o estudo do emprego e das munições utilizadas nesta área é fundamental para garantir a efetividade e a segurança das operações militares. Além disso, a análise dos sistemas de mísseis e foguetes utilizados na guerra da Ucrânia pode fornecer informações

valiosas para o Exército Brasileiro sobre as mais modernas tecnologias e táticas utilizadas por outros países em situações de conflito.

Dessa forma, este estudo contribuirá sobremaneira para que o Exército Brasileiro possa se atualizar e se preparar para enfrentar potenciais ameaças, além de permitir a identificação de eventuais lacunas nos sistemas de mísseis e foguetes disponíveis no país. A partir da análise das informações coletadas, será possível propor soluções e melhorias que poderão ser implementadas no futuro, tornando o Exército Brasileiro mais eficiente e preparado para os desafios que possam surgir.

Por fim, vale destacar que a pesquisa também pode contribuir para o desenvolvimento de novas tecnologias e sistemas de mísseis e foguetes no Brasil, gerando impactos positivos não só para as forças armadas, mas para a sociedade como um todo, uma vez que o setor de defesa é um importante impulsionador da economia e da inovação tecnológica (AMBRÓS, 2017, p. 137).

A pesquisa será estruturada em três partes principais:

1. Revisão bibliográfica: nesta etapa, será realizada uma revisão de literatura sobre a artilharia de mísseis e foguetes na guerra da Ucrânia, incluindo uma análise do emprego, das munições utilizadas e suas características técnicas, restrita aos materiais empregados no conflito na Ucrânia pós 2021 e às munições de ataque terra-terra e terra-ar, lançadas de plataformas terrestres, marítimas ou aéreas. Essa revisão bibliográfica fornecerá a base teórica necessária para o estudo e análise dos dados.

2. Identificação das lacunas nos sistemas de mísseis e foguetes do Exército Brasileiro: com base na análise realizada, será possível identificar as lacunas existentes no sistema de mísseis e foguetes do Exército Brasileiro, bem como as melhorias necessárias para torná-lo mais efetivo em um eventual conflito onde equipamentos semelhantes poderão ser empregados.

3. Proposta de soluções e melhorias: por fim, com base nas informações coletadas e nas lacunas identificadas, será possível propor soluções e melhorias para o sistema de mísseis e foguetes do Exército Brasileiro, de modo a torná-lo mais efetivo e capaz de enfrentar as novas ameaças da guerra moderna.

Dessa forma, a pesquisa pretende fornecer subsídios teóricos e práticos para que o Exército Brasileiro possa se preparar adequadamente para enfrentar potenciais ameaças, identificando as lacunas existentes em seu sistema de mísseis e foguetes e propondo soluções e melhorias para torná-lo mais efetivo em um cenário de conflito moderno.

## 2. METODOLOGIA

Com a finalidade de elucidar melhor o assunto ao qual se trata o tema deste trabalho, e de responder à questão formulada na introdução, esta pesquisa limitou-se a buscar informações acerca dos materiais e munições de Artilharia de Mísseis e Foguetes empregados na guerra da Ucrânia, do período de fevereiro de 2022 (início dos conflitos) até o momento em que a pesquisa foi elaborada.

Procurou-se também informações sobre táticas russas e ucranianas de emprego dos materiais e sobre o emprego do sistema de Mísseis e Foguetes brasileiro, a fim de levantar possíveis oportunidades de melhorias.

Utilizou-se como tipo a pesquisa exploratória. Segundo a definição de Oliveira (2011), a pesquisa exploratória é útil para diagnosticar situações, explorar alternativas ou descobrir novas ideias. Essas pesquisas são realizadas no estágio inicial de um processo de pesquisa mais amplo para definir a natureza de um problema e gerar mais informações para futuras pesquisas conclusivas. Mesmo que o pesquisador já tenha conhecimentos sobre o assunto, a pesquisa exploratória é útil para identificar várias explicações alternativas para um mesmo fato organizacional. A presente pesquisa encaixa-se nesta descrição pois vale-se de outros trabalhos e artigos que tratam do tema, bem como notícias e periódicos, porém aborda um ponto de vista novo, e levanta questões que podem ser utilizadas em futuros trabalhos.

A pesquisa é bibliográfica, pois utiliza documentos produzidos acerca do tema, valendo-se de dados de fontes primárias e secundárias, como fica evidenciado no trecho:

“A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído, principalmente, de livros e artigos científicos, importante para o levantamento de informações básicas sobre os aspectos direta e indiretamente ligados à temática. A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de fornecer ao investigador um instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa, mas também pode esgotar-se em si mesma [...]” (OLIVEIRA, 2011).

É qualitativa, no sentido que procura apenas apresentar fatos que ocorreram durante o período pesquisado, que sirvam de base para análise e conclusões acerca do problema apresentado, não tem a preocupação quanto a quantificação da amostragem. (OLIVEIRA, 2011)

O método é o dedutivo, pois procurou-se chegar em uma conclusão a partir de análise de fatos previamente estabelecidos, como demonstra o trecho:

“[...]O raciocínio dedutivo tem o objetivo de explicar o conteúdo das premissas. Por intermédio de uma cadeia de raciocínio em ordem descendente, de análise do geral para o particular, chega a uma conclusão. [...]” (PRODANOV e FREITAS, 2013)

Ao final, será apresentada uma conclusão com base na visão do autor, bem como sugestões para novos estudos que possam complementar este trabalho.

## 2.1. REVISÃO DA LITERATURA

Verificou-se que na guerra da Ucrânia um dos principais meios empregados para saturação de área foram os mísseis e foguetes. Por conta disso, estudar quais os tipos de munição e métodos empregados se torna essencial para compreender os desafios a serem enfrentados em um conflito moderno, e fornece subsídios para uma discussão mais aprofundada sobre as lacunas e oportunidades de melhoria para o Exército Brasileiro.

Neste contexto, foram utilizadas fontes que continham informações sobre o uso desses sistemas no conflito, destacando as táticas e estratégias empregadas pelas forças envolvidas e seus impactos. Avaliou-se também as características técnicas dos sistemas de mísseis e foguetes utilizados na guerra da Ucrânia, incluindo alcance, precisão, potência e outros parâmetros relevantes, permitindo uma comparação com os sistemas disponíveis atualmente no Brasil.

Sendo assim, houve a possibilidade de propor soluções para as lacunas identificadas e sugestões para o desenvolvimento de novos sistemas ou para a melhoria dos sistemas existentes, levando em consideração as especificidades do Brasil e as tendências mundiais em relação a mísseis e foguetes.

## 2.2. COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados de diversas fontes, incluindo livros, artigos científicos, relatórios governamentais e institucionais, documentos técnicos, entrevistas com especialistas e outras fontes relevantes.

Para alguns objetivos, que envolvem a identificação dos tipos de mísseis e foguetes utilizados na guerra da Ucrânia, foi necessário coletar dados de fontes primárias e secundárias, como documentos oficiais das forças armadas ucranianas e russas, relatos da imprensa, análises de especialistas em defesa e estratégia, trabalhos acadêmicos, sites sobre equipamentos de defesa, entre outros.

Para avaliar as características técnicas do sistema de mísseis e foguetes brasileiro, foi necessário coletar dados técnicos detalhados, como alcance, precisão, poder destrutivo, tempo

de resposta, entre outros. Esses dados foram obtidos de fontes como manuais técnicos, relatórios de testes etc.

Na identificação das lacunas e oportunidades de melhorias no sistema de mísseis e foguetes disponível no Brasil, e foram coletados dados sobre as limitações dos sistemas existentes, suas deficiências e problemas, bem como sobre as necessidades das forças armadas brasileiras em relação a esse sistema.

Após a coleta de dados, foi feita a seleção da leitura pertinente ao tema, restrita ao escopo do trabalho e registrou-se as informações mais importantes de cada assunto, seus autores e ano, de maneira que o objetivo do trabalho fosse alcançado.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

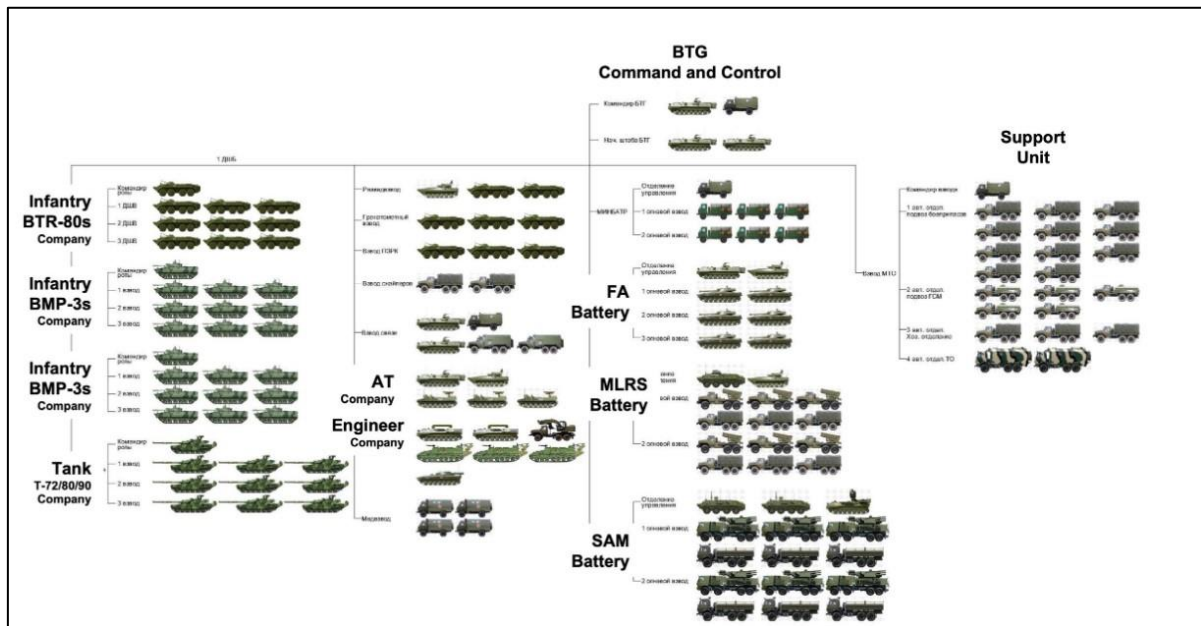
#### **3.1. ANÁLISE DO EMPREGO E DAS MUNIÇÕES DA ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

##### **3.1.1. Emprego**

O que se destacou no conflito por parte das forças russas, foi a larga utilização de células de combate chamadas de Grupo Tático de Batalhão (BTG, em inglês), que é uma unidade modular flexível constituída por duas a quatro companhias de infantaria reforçadas com defesa aérea, artilharia, engenharia e unidades de apoio logístico. (GRAU e BARTLES, 2022)

De acordo com Grau e Bartles (2022), o objetivo do BTG é manter elementos de uma formação maior prontos para o combate, já que essas formações geralmente não estão totalmente equipadas e tripuladas, e permitir que a Rússia tenha unidades altamente treinadas e rapidamente destacáveis como forças de reação rápida, o que é útil para ganhar tempo para a implantação total de brigadas e divisões no caso de conflitos imprevistos e em grande escala.

Figura 1 – FORMAÇÃO DO BTG



Fonte: <https://www.forte.jor.br/2023/04/05/uma-analise-critica-dos-grupos-taticos-de-batalhao-do-exercito-russo/>

Além dos BTGs, o emprego de fogos de saturação de áreas através de lançadores de foguetes e mísseis foi destaque desde o início da campanha de 2022. Inicialmente, esses meios eram voltados para a degradação do poder de combate ucraniano atingindo instalações de comando e controle ucranianas, bases aéreas, sensores antiaéreos e depósitos de munição. Posteriormente, porém, viu-se uma mudança nos alvos russos, que passaram a atacar localidades densamente povoadas, como Kharkiv e Kiev, com foco em diminuir a capacidade informacional ucraniana, uma vez que torres de televisão e prédios do governo local foram atingidos. (ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA, 2022)

Percebeu-se logo no período de concentração de forças russas na fronteira que a artilharia de mísseis e foguetes teriam um papel importante no conflito, dada a grande quantidade desses meios. O trecho a seguir ilustra essa situação:

O acúmulo refletiu a gama completa de capacidades militares russas, incluindo artilharia e sistemas de suporte. As forças terrestres incluíam defesa aérea, artilharia e artilharia de foguetes, sistemas de mísseis de precisão de longo alcance (sistemas de mísseis balísticos de curto alcance Iskander-M), guerra eletrônica, unidades de apoio e logística. (BOWEN, 2023, tradução nossa)

Segundo Saw (2022), para multiplicar a capacidade de saturação de área, a Rússia utilizava aeronaves não tripuladas de média altitude para aquisição de alvos e correção de tiros associadas às baterias de Lançadoras Múltiplas de Foguetes (Bia LMF), além da larga utilização de radares de vigilância terrestres e de contrabateria.

Foi visto um padrão de ataque surgir após as expectativas iniciais russas de encontrar uma resistência facilmente superável cair por terra. As forças russas passaram a saturar as áreas a serem atacadas com barragens de mísseis e foguetes, o que fica bem ilustrado no trecho a seguir:

Após o início de março de 2022, as forças russas tentaram se adaptar à realidade da resistência ucraniana efetiva. A Rússia fez algumas mudanças em suas operações militares, incluindo maior coordenação entre unidades e uma maior tentativa de operar como formações de armas combinadas, aumento do suporte aéreo e **níveis significativamente mais altos** de fogo de artilharia e **artilharia de foguetes**. (BOWEN, 2023, grifo nosso, tradução nossa)

Em contrapartida, as forças ucranianas se restringiram a montar uma resistência ao avanço russo, muito mais do que planejando uma retirada tática. Isso foi essencial para que houvesse tempo de chegar ao país armamentos do ocidente, uma vez que suas reservas de munições, muitas das quais advinham ainda da época da União Soviética, estavam se esvaziando rapidamente, como visto no trecho:

As Forças Armadas da Ucrânia continuaram a defender firmemente o território em vez de realizar uma retirada organizada, levando alguns analistas a especularem que a estratégia da Ucrânia era impor o máximo de desgaste possível às forças russas. [...] A partir de meados de maio de 2022, a UAF começou a receber significativos envios de sistemas de artilharia dos EUA e ocidentais, especificamente o obuseiro de 155mm M777 dos EUA e munições. A assistência de segurança foi crucial para manter as operações da UAF e contrariar a vantagem russa em artilharia e artilharia de foguetes, uma vez que a UAF estava ficando sem munição e peças para seus sistemas de artilharia soviéticos/russos. (BOWEN, 2023, tradução nossa)

As principais munições de artilharia de mísseis e foguetes empregadas pelos dois lados foram os foguetes e mísseis de curto e médio alcance, principalmente por parte da Rússia, uma vez que a Ucrânia não dispunha de tais armamentos no início da guerra, apenas dos remanescentes de guerras anteriores, do período da Guerra Fria. Com o avançar do conflito, ajuda em equipamentos e munição começaram a chegar do ocidente, ajudando a reverter um pouco a superioridade russa na guerra. O trecho a seguir exemplifica isso:

Em julho, a Ucrânia começou a receber sistemas de lançamento múltiplo de foguetes M270 e sistemas de foguetes de artilharia de alta mobilidade M142, fornecidos pelos Estados Unidos, proporcionando à UAF uma capacidade de mira significativamente melhorada, incluindo aumento de alcance e precisão. [...] As primeiras avaliações de autoridades dos EUA e outros observadores indicaram que a UAF estava usando esses sistemas de forma eficaz, incluindo para mirar infraestrutura chave de comando e controle, logística e transporte russos. (BOWEN, 2023, tradução nossa)

No que diz respeito à Ucrânia, as Forças Armadas Ucranianas (UAF) vinham sistematicamente aumentando suas capacidades de artilharia e suporte no combate, em reconhecimento à grande capacidade de fogo russa, uma vez que a artilharia, nos oito anos antes do início da guerra em 2022, foi responsável por 90% das baixas. (ZABRODSKYI et al., 2022)



Antes da revolução, até meados de março de 2014, houve uma redução sistemática da quantidade de mísseis e tropas de artilharia. Durante a invasão russa na Crimeia, a Ucrânia possuía apenas uma brigada armada com mísseis Tochka-U e três regimentos de artilharia, armados com os sistemas de lançamento múltiplo de foguetes Uragan e Smerch, de 220 e 300 mm respectivamente. As unidades paraquedistas não possuíam artilharia nem tanques próprios. (ZABRODSKYI et al., 2022)

Desde então, a Ucrânia focou-se em recuperar suas capacidades de artilharia. O trecho abaixo demonstra essa mudança:

Desde março de 2014, a Ucrânia tem se concentrado em recuperar suas capacidades de artilharia. [...] Até 2019, o número de batalhões de artilharia havia dobrado. Em fevereiro de 2022, as Forças de Mísseis e Artilharia (RViA) das Forças Armadas Ucrânicas (UAF) possuíam 10 brigadas e um regimento como parte das Forças Terrestres, além de uma brigada e um regimento como parte da Marinha [...] A RViA também possuía 1.680 sistemas de lançadores múltiplos de foguetes (MLRS) de todos os calibres, além de cerca de 40 sistemas de mísseis táticos 'Tochka-U'. Em termos de número de sistemas de artilharia, a Ucrânia possuía a maior força de artilharia da Europa depois da Rússia. A diferença no número entre a artilharia russa e ucraniana não era tão significativa no início do conflito: 2.433 sistemas de artilharia de tubo contra 1.176, e 3.547 MLRS contra 1.680. (ZABRODSKYI et al., 2022, tradução nossa)

O desenvolvimento da artilharia ucraniana não se limitou ao aumento do número de sistemas e unidades de artilharia. Muito esforço também foi dedicado à melhoria qualitativa. Desde 2015, todos os batalhões começaram a receber drones 'Fúria', 'Leleka', PD-1 e outros, o que aumentou significativamente suas capacidades de inteligência, vigilância e reconhecimento. Radares americanos de contrabateria e softwares de mapeamento diminuíram o tempo de engajamento de alvos inopinados e cálculos de tiro contrabateria. Além disso, o treinamento de pessoal também recebeu atenção especial, para que fosse possível através da manobra, canalizar as forças inimigas e permitir sua destruição por meio da artilharia. (ZABRODSKYI et al., 2022)

### **3.1.2. Munições utilizadas**

A seguir, são listadas as principais munições de artilharia de mísseis e foguetes utilizados no conflito. Algumas são de uso comum dos dois países, visto que por muito tempo, a Ucrânia utilizava armamentos fornecidos pela própria Rússia. Aproximando-se um ano do conflito, chega à Ucrânia o HIMARS norte-americano, que será citado mais abaixo.

### 3.1.2.1. Iskander-M

Figura 2 – ISKANDER



Fonte: <https://www.19fortyfive.com/2022/03/putin-is-angry-ukraine-destroyed-a-russian-iskander-m-missile-system/>

A família de mísseis terrestres Iskander foi amplamente utilizada e pode ser equipada com mísseis balísticos ou de cruzeiro, convencionais ou nucleares. O Iskander 9K720 é um sistema de mísseis de curto alcance, que pode ter sido usado pela primeira vez em combate durante a guerra de 2008 com a Geórgia. (AKIMENKO, 2021)

O míssil balístico 9M723 tem alcance oficial de até 500 km, mas na prática pode ser maior. Ele possui 7,3 metros de comprimento e 0,92 metros de diâmetro, sendo o peso no lançamento 3800 Kg. O míssil pode carregar de 480 a 700 Kg de carga. O 9M723 pode se separar da cabeça de guerra a qual pode manobrar independentemente em sua fase terminal, usando uma combinação de navegação inercial, GLONASS e radar, propiciando ao míssil um CEP de 2 a 5 metros. (CSIS, 2021)

Alternativamente, o 9M728 pode transportar um míssil de cruzeiro. Os EUA acreditam que a Rússia desenvolveu e implantou um míssil de cruzeiro terrestre de alcance mais longo, o 9M729 (SSC-8 Screwdriver), em violação ao Tratado INF (*Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty*), com um alcance de pelo menos 2.500 km. (AKIMENKO, 2021)

### 3.1.2.2. OTR-21 Tochka (OTAN: SS-21 “Scarab”)

Figura 3 – TOCHKA U



Fonte: <https://militaryleak.com/2018/07/05/tochka-u-tactical-ballistic-missile/>

O Scarab é um míssil balístico de curto alcance, propelido por combustível sólido, de única ogiva, criado para substituir a série de mísseis FROG (*Free Rocket Over Ground*). Há relatos sugerindo que ele pode ser lançado tanto em modo balístico quanto em modo de míssil de cruzeiro. O modo balístico fornece um alcance e velocidade maiores, enquanto o modo de cruzeiro permite maior precisão e sigilo. Foram desenvolvidas duas versões: Scarab A e Scarab B (Tochka U). (CSIS, 2022)

O Scarab A possui um alcance de 70 km e uma precisão de 150 m de CEP (*Circular Probable Error*). Ele lança uma ogiva de 482 kg, podendo ser equipada com submunições antitanque, antipessoal e antipista de pouso. Possui 120 kg de alto explosivo (HE) ou um dispositivo nuclear, que se acredita ter uma potência selecionável de 10 ou 100 KT. O míssil também pode transportar uma ogiva de Pulso Eletromagnético (EMP) e ser calibrado para detonar em altitude desejada. Ele usa um sistema de orientação inercial, tem 6,4 m de comprimento, 0,65 m de diâmetro e peso de lançamento de 2.000 kg. O motor de propelente sólido é de um estágio. (CSIS, 2022)

O Scarab B é uma melhoria em relação ao seu antecessor, tendo um alcance de 120 km e incluindo uma ogiva explosiva antirradar. Ele usa um sistema de orientação inercial, proporcionando uma precisão de 95 m de CEP, e tem as mesmas dimensões físicas do Scarab A, com um peso de lançamento ligeiramente maior de 2.010 kg. (CSIS, 2022)

### 3.1.2.3. Míssil antiaéreo S-300

Figura 4 – MÍSSIL ANTIAÉREO S-300



Fonte: <https://mil.in.ua/en/news/ukraine-negotiating-the-replenishment-of-s-300-missiles-reznikov/>

O S-300 é uma família de sistemas de mísseis superfície-ar (SAM) feitos na Rússia, também utilizado pela Ucrânia, capazes de atacar aeronaves e UAVs, além de oferecer capacidade de defesa contra mísseis de cruzeiro e balísticos. A variante S-300P, também conhecida como SA-10 Grumble, foi projetada pela União Soviética durante os anos 60 e 70 e é usada apenas para defesa aérea. Derivado do S-300P está o S-300V, também conhecido como SA-23A Gladiator e SA-23B Giant, que é equipado com uma capacidade antimíssil balístico. (CSIS, 2021)

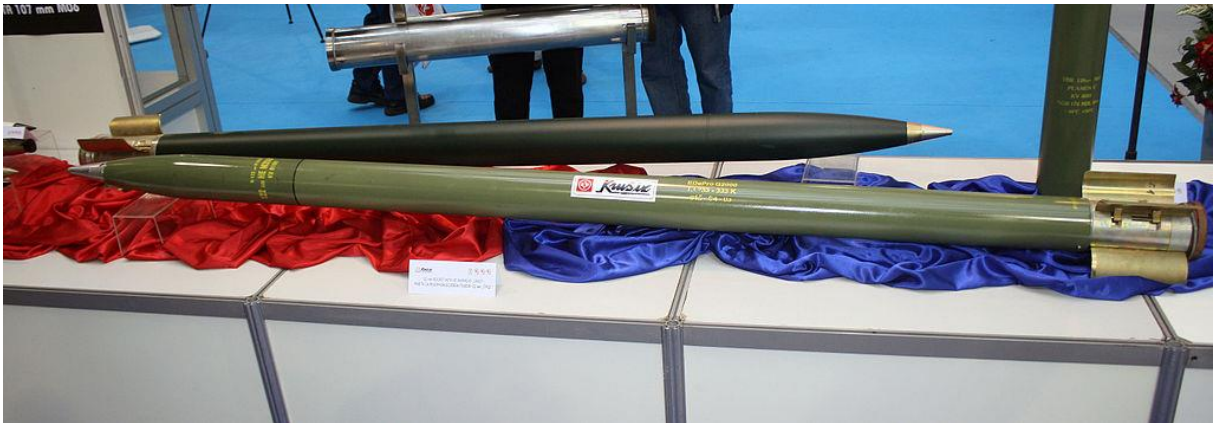
Devido à sua vida útil de quarenta anos, o S-300P é um sistema de armas abrangente que empregou mais de 20 variantes de mísseis. Atualmente, o sistema usa os mísseis 5V55K, 5V55R e 48N6. Esses mísseis usam ogivas de fragmentação alto explosivas de proximidade e impacto para destruir seus alvos. As variantes 5V55K e 5V55R têm 7,25 m de comprimento e o modelo 48N6 tem 7,50 m de comprimento. Os três possuem 0,51 m de diâmetro. Embora

sejam semelhantes em termos de aparência, eles diferem em alcance efetivo e velocidades de interceptação. O 5V55K tem alcance efetivo máximo de 47 km, enquanto o 5V55R e o 48N6 têm alcances de 75 km e 150 km, respectivamente. Os modelos 5V55K e 5V55R podem atingir alvos em movimento a até 4.300 km/h. O 48N6 pode atingir alvos em movimento a até 10.000 km/h. (CSIS, 2021)

Os mísseis são transportados no lançador transportador vertical 9P85S (TEL), um caminhão 8×8 de 9,4 m de comprimento que pode transportar até quatro mísseis. (CSIS, 2021)

#### 3.1.2.4. Foguete 122 mm

Figura 5 – FOGUETE 122 MM



Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Grad\\_2000\\_122mm\\_MLRS.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Grad_2000_122mm_MLRS.jpg)

Utilizados pelas plataformas BM-21 Grad e Tornado-G, os foguetes 122mm e suas variações têm seu alcance na faixa de 5 a 40 Km. Levam uma cabeça de guerra alto explosiva de fragmentação e, em sua versão mais moderna, a 9m522, a cabeça de guerra de 25 Kg se separa do corpo do foguete e descende sobre o alvo por paraquedas. Estima-se que esse modelo seja até seis vezes mais eficiente que os modelos mais antigos. (GICHHD, 2017)

### 3.1.2.5. Foguete 220 mm

Figura 6 – FOGUETE 220 MM 9M27K



Fonte: <https://armamentresearch.com/wp-content/uploads/2014/02/9M27K-1.jpg>

Utilizados pelas plataformas Uragan, os foguetes 220 mm possuem diversos modelos, com alcances de 8 a 35 Km. Armados com cabeças de guerra alto explosivas, de fragmentação, cluster e espalhadora de minas terrestres. (ARMY TECHNOLOGY, 2022)

A versão 9M27F possui uma cabeça de guerra alto explosiva, de fragmentação e é empregada para causar baixas, na destruição de pistas de pouso, cruzamentos de estradas, postos de comando, depósitos de munições, entre outras instalações. Já a 9M27K utiliza submunições de fragmentação de 30 Kg, e é empregada para abater alvos com pouca proteção blindada em áreas de concentração. As versões 9M59 e 9M27K2 são usadas para colocação remota de minas antitanque, que podem ser espalhadas por uma área de até 150 hectares, armadas com espoletas de proximidade ou programadas para explodirem em um intervalo de três a quarenta horas. (ARMY TECHNOLOGY, 2022)

Ainda no calibre 220 mm é importante destacar o sistema TOS-1, constituído de um chassi blindado de carro de combate sobre lagartas T-80 ou T-90, que é capaz de carregar 24 foguetes de 220 mm de munições termobáricas e incendiárias. Com o alcance máximo de 10 Km, esse foguete mostrou-se um poderoso meio de dissuasão no combate. (ARMY RECOGNITION, 2023)

Figura 7 – MUNIÇÃO TERMOBÁRICA 220 MM M0.1.01.04M2



Fonte: [https://www.armyrecognition.com/russia\\_russian\\_army\\_vehicles\\_system\\_artillery\\_uk/tos-1a\\_bm-1\\_soltsepek\\_heavy\\_flamethrower\\_rocket\\_launcher\\_data\\_fact\\_sheet.html](https://www.armyrecognition.com/russia_russian_army_vehicles_system_artillery_uk/tos-1a_bm-1_soltsepek_heavy_flamethrower_rocket_launcher_data_fact_sheet.html)

### 3.1.2.6. Foguete 300 mm

Figura 8 – FOGUETE 300 MM 9M55



Fonte: <https://weaponsystems.net/system/1272-300mm+9M55>

Essa munição é utilizada pelos veículos lançadores BM-30 Smerch e Tornado-S, que são capazes de transportar até 12 foguetes por lançadora, e pela lançadora 9A52-4, uma

versão mais ágil do Tornado-S, que leva 6 foguetes. Utilizado para uma série de papéis diferentes, com alcance máximo de 120 Km, existem 25 tipos diferentes de cabeças de guerra para esse foguete, dentre as quais destacam-se as munições termobáricas. A versão 9M55K possui 72 sub munições e a 9M55K4 carrega 25 minas anticarro. (GICHD, 2022, p.116)

### 3.1.2.7. GMLRS

Figura 9 – GMLRS



Fonte: <https://asc.army.mil/web/portfolio-item/guided-multiple-launch-rocket-system-gmlrs-dpicmunitaryalternative-warhead/>

O GMLRS (*Guided Multiple Launch Rocket System*) é um sistema de foguetes superfície-superfície guiados usado para atacar, neutralizar, suprimir e destruir alvos usando fogos indiretos, com precisão, a uma distância de até 70 km. As munições do GMLRS têm maior precisão do que os foguetes balísticos, com uma probabilidade de acerto mais alta e um menor impacto logístico. (USAASC, 2023)

A família atual de munições do GMLRS consiste em três variantes: a “*Dual-Purpose Improved Conventional Munition*” (DPICM) e a “*Alternative Warhead*” (AW) são usadas para atingir áreas de alvo; e a variante *Unitary* com uma única carga explosiva de alta potência de 200 libras é utilizada para alvos pontuais com baixo dano colateral. O GMLRS é



empregado com os lançadores M270A1 *Multiple Launch Rocket System* (MLRS) e M142 *High Mobility Artillery Rocket System* (HIMARS). (USAASC, 2023)

O GMLRS inclui uma unidade de orientação e controle inercial com auxílio do sistema de posicionamento global (GPS), destinada a produzir uma precisão de 2 a 3 milésimos com orientação inercial e um CEP de menos de 15 metros com GPS. (GLOBAL SECURITY, 2023)

Os foguetes do GMLRS foram amplamente utilizados na Operação “*Iraqi Freedom*” e Operação “*Enduring Freedom*” e continuam a fornecer apoio de artilharia de campo em Operações de Contingência no Exterior. Os esforços de desenvolvimento incluem a modificação do GMLRS para aumentar o alcance máximo e a incorporação de um sensor de proximidade montado lateralmente para melhorar os efeitos de área. (USAASC, 2023)

#### 3.1.2.8. Kalibr-NK/-PL

Figura 10 – KALIBR



Fonte: [https://br.rbth.com/entre\\_ideias\\_e\\_armas/2015/11/11/kalibr-o-misil-lancado-na-midia\\_537433](https://br.rbth.com/entre_ideias_e_armas/2015/11/11/kalibr-o-misil-lancado-na-midia_537433)

A família de mísseis de cruzeiro navais Kalibr inclui versões antinavio, antissubmarino e de ataque terrestre. O Kalibr LACM, armado convencionalmente, foi usado na Síria e tem um alcance de até 2.500 km, enquanto uma nova variante, o Kalibr-M, com um alcance de 4.500 km, está em desenvolvimento. Além disso, em resposta à decisão dos EUA

de encerrar o Tratado INF, o trabalho para desenvolver uma versão do Kalibr lançada por terra também começou. (AKIMENKO, 2021)

### 3.1.2.9. Kh-47M2 Kinzhal

Figura 11 – KINZHAL



Fonte: <https://www.thedrive.com/the-war-zone/44840/we-have-questions-about-russias-claimed-kinzhal-hypersonic-missile-use-in-ukraine>

O Kh-47M2 Kinzhal é um míssil balístico russo ar-terra, provavelmente derivado do 9K720 Iskander-M. Ele foi um dos seis "armamentos de próxima geração" apresentados pelo presidente Putin durante um discurso em março de 2018. (CSIS, 2022)

O Kinzhal possui um alcance relatado de 1.500 a 2.000 km enquanto carrega uma carga útil nuclear ou convencional de 480 kg. Um relatório de notícias da TASS de julho de 2018 sugeriu que o alcance do míssil excederia 3.000 km se instalado no bombardeiro Tupolev Tu-22M3. Possui dimensões semelhantes ao OTK 9M723 Iskander-M, com um comprimento de 8 m, diâmetro de corpo de 1 m e peso de lançamento de aproximadamente 4.300 kg. Existem recursos distintos do Iskander baseado em terra, no entanto, incluindo uma seção de cauda redesenhada, lemes reduzidos e uma tampa especial na cauda do míssil projetada para proteger os bocais do motor durante o voo em alta velocidade. (CSIS, 2022)

Após o lançamento, o Kinzhal acelera rapidamente para Mach 4 (4.900 km/h) e pode atingir velocidades de até Mach 10 (12.350 km/h). Essa velocidade, combinada com a trajetória de voo errática e a alta manobrabilidade do míssil, pode complicar sua

interceptação. Vale ressaltar que a designação do Kinzhal como um míssil "hipersônico" pela Rússia é um tanto enganosa, pois quase todos os mísseis balísticos atingem velocidades hipersônicas (ou seja, acima de Mach 5) em algum momento durante o voo. (CSIS, 2022)

## 3.2. LACUNAS NO SISTEMA BRASILEIRO DE MÍSSEIS E FOGUETES E POSSÍVEIS MELHORIAS

### 3.2.1. Lacunas Observadas

No manual EB70-MC-10.363, que versa sobre o Grupo de Mísseis e Foguetes (GMF), podemos verificar algumas limitações quanto ao emprego do ASTROS II, que são os que se seguem:

As limitações do GMF, elencadas no manual Artilharia de Campanha nas Operações, são:

- a) inadequação para cumprir missões táticas de apoio geral e apoio direto, pela dificuldade de manutenção de um apoio de fogo cerrado e contínuo;
- b) dificuldade de manutenção do sigilo de sua posição após o tiro, devido aos efeitos de clarão, poeira, fumaça, ruído e emissões no espectro eletromagnético;
- c) incapacidade de realização do tiro vertical, gerando ângulos e espaços mortos decorrentes da posição ocupada;
- d) possibilidade de dano colateral devido à grande dispersão dos foguetes proporcional ao alcance e à altitude do lançamento;
- e) dificuldade para seleção de RPP devido à Nec de áreas planas e de grandes dimensões; e
- f) dependência de um apoio logístico especializado, principalmente quanto ao suprimento de classe V (munições) e na manutenção a partir do 3º escalão, o que dificulta a descentralização do comando das unidades de tiro. (BRASIL, 2021)

Ainda segundo o mesmo manual, o emprego do sistema deve ser evitado se houver ameaça de ataque aéreo, entre outros fatores chave, como exemplificado a seguir:

O emprego prematuro do GMF deve ser evitado, quando o estudo sobre o inimigo indicar a possibilidade técnica inimiga de realização de fogos de contrabateria, possibilidade de ataque aéreo ou a possibilidade de realizar o engajamento de alvos em profundidade identificados por seus meios de busca de alvos. (BRASIL, 2021)

É fato que o Brasil não dispõe de uma Artilharia Antiaérea de média e grandes altitudes, nem radares de contrabateria, fatos estes que sozinhos dificultariam a utilização do material contra forças que possuem equipamentos semelhantes aos utilizados no conflito da Ucrânia. Foi visto também no item 3.1.1, que os meios antiaéreos eram um dos primeiros a serem destruídos pelas forças de ataque russas, o que num eventual conflito deixaria os GMF somente com seus meios orgânicos de defesa ativa da posição, que são insuficientes para responder às ameaças, visto que se restringem à metralhadoras .50. (BRASIL, 2021)

Podemos ainda levantar vulnerabilidades que o sistema apresenta tendo por base o que foi observado no emprego e munições dos sistemas de mísseis e foguetes utilizados durante a guerra na Ucrânia.

Primeiramente viu-se que o emprego de drones de observação, busca de alvos e drones “kamikazes” está sendo o principal meio de detecção e ataque das posições ocupadas pelos sistemas de mísseis e foguetes, tanto pela facilidade de detecção após o tiro dos armamentos, quanto pela extensão de terreno necessária para desdobrar uma Bateria de Mísseis e Foguetes (Bia MF). A utilização desses equipamentos diminuiu muito o tempo de engajamento de alvos e os custos envolvidos, tanto financeiros, quanto de pessoal, como visto no trecho abaixo:

"As forças russas podem direcionar suas armas contra o inimigo em apenas três a cinco minutos, com um drone Orlan-10 detectando um alvo", diz Watling. Sem eles, um ataque pode levar de 20 a 30 minutos para ser realizado, diz. Martina Miron, pesquisadora de estudos de defesa do *King's College London*, diz [...] "Se você quisesse procurar posições inimigas no passado, teria que enviar unidades de forças especiais para fazer isso e poderia perder algumas tropas", diz ela. "Agora, tudo o que você está arriscando é um drone." (BBC, 2022)

Este fato vem ao encontro com o manual no tocante à camuflagem da posição, onde se explicam as medidas passivas de defesa, quais sejam:

a) dispersão das instalações; b) disfarce das instalações; c) rigorosa disciplina de circulação; e d) obras de fortificação de campanha. (BRASIL, 2021)

Porém mesmo que as posições sejam escondidas no terreno observa-se em vídeos divulgados na mídia que os drones aguardam o tiro terminar e seguem a viatura até sua base, onde revelam a localização do restante da bateria e inclusive de viaturas de apoio logístico. Este fato se mostra uma questão importante no combate moderno e uma vulnerabilidade a ser sanada, pois o Brasil não possui equipamentos para detecção e abate desse tipo de equipamento.

Outro ponto importante é que, atualmente, o Brasil possui apenas dois Grupos de Mísseis e Foguetes para atender todo o território nacional, o 6º e o 16º GMF. Mesmo que o sistema possua a capacidade de ser descentralizado, e que suas Bia MF consigam apoiar frações no nível Divisão, a vasta extensão territorial brasileira implica em um gasto elevado de tempo e recursos para seu emprego em locais mais remotos, como nas fronteiras da região norte.

Por esse motivo, a doutrina brasileira versa como preferível a centralização do comando, como visto no trecho:

[...] A busca da centralização deve ser uma preocupação constante de qualquer comandante de artilharia, pois os efeitos da massa dos fogos são maiores quando a artilharia se encontra centralizada. [...] A centralização do comando permite ao Cmt GMF: a) propor a organização para o combate; b) fixar setores de tiro; c) indicar e coordenar o desdobramento do material; d) controlar a munição; e) coordenar os

sistemas de busca de alvos, de comunicações, de topografia e de apoio logístico. [...] A menor unidade de emprego da artilharia de mísseis e foguetes é a Bia MF. **Contudo, a dependência de um apoio logístico especializado**, em especial, quanto ao suprimento de classe V (munições) e na manutenção, **orientam o emprego ideal no escalão GMF** (BRASIL, 2021, grifo nosso)

Porém, a centralização do sistema ASTOS II, um material de importância estratégica, é arriscada, visto que não possuímos a capacidade de repor em tempo hábil viaturas que venham a ser destruídas, além do que a cadeia logística desse sistema é extensa e complexa, sendo muito difícil escondê-la de elementos infiltrados ou meios de observação aéreos, o que gera uma vulnerabilidade adicional, pois no conflito da Ucrânia observou-se uma prioridade no ataque de instalações logísticas pelas forças russas, como visto anteriormente no item 3.1.1.

Por fim, existe a dependência tecnológica do Exército Brasileiro quanto à fabricação e manutenção do ASTROS II, pois somente a empresa AVIBRAS Aeroespacial possui o projeto e, conseqüentemente, o monopólio de fabricação dele. Atualmente, o manual prevê a manutenção até terceiro escalão das viaturas do sistema através das Organizações Militares de apoio, como o Centro Logístico de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como fica exemplificado no trecho abaixo:

A OM Log realiza a inspeção da Mnt Org (1º Esc) e Mnt 2º Esc de todo o material, à exceção do material de engenharia, de comunicações e de saúde da GU, realizando, também, a evacuação de material salvado e capturado. [...] As seções leves de manutenção (Sec L Mnt), quando destacadas, realizam a manutenção na AT do GMF ou Bia MF, se conveniente, em outros locais de interesse mútuo – visando ainda à segurança e à adequação ao serviço a ser prestado. Os equipamentos que necessitam de reparação “demorada” [...] são evacuados para a Base Logística apoiadora do GMF (dependendo do material e existência de pessoal qualificado nessa Base Logística). (BRASIL, 2021)

A partir do 3º escalão, somente a empresa desenvolvedora do material é capaz de realizar a manutenção, gerando um “gargalo” no ritmo de disponibilidade das viaturas, sem contar o risco de obsolescência caso a empresa passe por problemas e feche.

### 3.2.2. Soluções propostas

Abordando o problema da vulnerabilidade à ataques aéreos, uma solução seria rever o projeto de defesa antiaérea de média altura da própria AVIBRAS em conjunto com o consórcio europeu MBDA (*Matra, BAe Dynamics and Alenia*), que consiste na adaptação do sistema CAMM (*Common Anti-Air Modular Missile*), produto de última geração em defesa antiaérea de média altura, para emprego pelas Forças Armadas Brasileiras. Com este novo

sistema, as capacidades de defesa contra alvos aéreos seriam imensamente melhoradas, já que o novo sistema seria capaz de abater alvos a até 25 km, atingindo a velocidade Mach 2,5. (DURING, 2014)

Para isso, seria necessário também designar, pelo menos, uma bateria antiaérea para apoiar cada GMF, a fim de reforçar a defesa antiaérea das posições ocupadas. Quanto à logística, esta seria facilitada, uma vez que o projeto em questão utilizaria a mesma plataforma do ASTROS II para lançar o míssil antiaéreo, podendo inclusive aproveitar-se do mesmo Centro Logístico para o apoio. (DURING, 2014)

Figura 12 – SISTEMA CMM



Fonte: <https://www.avibras.com.br/site/areas-de-atuacao/defesa/defesa-antiaerea.html>

Quanto aos drones de observação e ataque, seria necessário a aquisição de armamento especializado no abate de tais aeronaves. O trecho abaixo exemplifica alguns tipos de armamentos utilizados pela Rússia e pela Ucrânia:

A Rússia usa defesas de radar contra drones militares e dispositivos eletrônicos contra os drones comerciais, diz Miron. "As forças russas têm o rifle Stupor, que dispara pulsos eletromagnéticos", diz ela. Isso impede que os drones comerciais possam navegar usando GPS. As forças russas também usaram sistemas online, como o Aeroscope, para detectar e interromper as comunicações entre drones comerciais e seus operadores. Eles podem fazer o drone cair ou retornar à base, e podem impedi-lo de enviar informações. O drone ucraniano médio mal completa uma semana de operação, de acordo com um relatório da Rusi. (BBC, 2022)

Figura 13 – RIFLE ELETROMAGNÉTICO STUPOR



Fonte: <https://military-wiki.com/russia-reveals-weapons-to-counter-ukrainian-uavs/>

No tocante à centralização dos meios e à quantidade de GMF no Brasil, seria necessário realizar estudos para a criação de mais grupos, capazes de atender às demandas das operações, sem, contudo, comprometer a cadeia logística. Uma saída seria implementar a capacidade de manutenção do material em outros Centros Logísticos pelo país, para que numa eventual operação em que o ASTROS II fosse empregado naquela região, as demandas de manutenção pudessem ser atendidas mais rapidamente, sem a necessidade de evacuar o material para a sede em Formosa, GO.

No emprego propriamente dito, para evitar a exposição do GMF, o emprego descentralizado das suas lançadoras no momento do tiro deve ser considerada. Levando em conta, por exemplo, que um foguete SS-60 MW possui um CEP que varia de 122 até 1573 metros, dependendo da altitude de onde o foguete é lançado (AVIBRAS, 2019), é possível bater uma grande variedade de alvos com apenas uma lançadora. Para missões em que o cálculo dos efeitos desejados no alvo possibilite o abate com os foguetes de apenas uma lançadora, esta se deslocaria para a posição de tiro (Pos Tir) juntamente com uma viatura controladora de tiro, ou até isoladamente, quando já dispusesse dos dados do alvo, de onde desencadearia os fogos evitando, dessa maneira, a exposição de meios desnecessariamente. Esse tipo de procedimento já é previsto em manual, como exemplifica o trecho abaixo:

A posição de tiro (Pos Tir) é uma região da área de posição ocupada por uma linha de fogo, uma seção **ou por um lançador** para realização de fogos. (BRASIL, 2021, grifo nosso)

Já como medida de defesa nas diversas posições ocupadas, primeiramente seria necessário rever os procedimentos após o tiro, no sentido de evitar que as viaturas que realizaram o tiro voltem para a posição de espera, visto que há a chance de drones as seguirem e ataquem o restante da bateria, ou até o Posto de Comando (PC). Neste caso, uma alternativa seria a utilização das posições falsas previstas em manual. Estas posições são preparadas como se fossem abrigar uma Bia MF ou até um GMF completo, porém apenas como divergência, como visto no trecho abaixo:

[...]Posição Falsa – preparada para iludir o inimigo, simulando uma posição de artilharia realmente ocupada, embora não o seja. (BRASIL, 2021)

As viaturas que atiraram se deslocariam, então, para essa posição falsa onde aguardariam pelo menos 50 minutos, que é a autonomia máxima dos drones de observação Dji Mavic III, os mais utilizados para esse fim (DJI, 2023), valendo-se também das já mencionadas armas eletromagnéticas para abatê-los, se for o caso.

Nas posições realmente ocupadas, as medidas de defesa ainda podem seguir as medidas passivas de defesa previstas em manual, além de incrementar as redes de camuflagem com arames resistentes a fim de evitar ao máximo a visualização e possíveis ataques de drones “*kamikazes*”. O trecho abaixo mostra como esse procedimento é efetivo:

[...]Redes ou invólucros podem impedir o acionamento da espoleta de contato da cabeça de guerra ou, pelo menos, fazer com que ela descarregue em um ângulo ineficaz ou contra uma parte não vulnerável do sistema. Isso significa que um ataque de raspão às vezes deixa até mesmo um obus autorrebotado essencialmente funcional, como ficou evidente em um dos primeiros ataques de munições *loitering* (suicidas) registrados da Rússia contra M777s ucranianos usando o drone Kub (ou KYB), menos bem-sucedido. (ROBLIN, 2023, tradução nossa)



Figura 14 – DRONE KAMIKAZE PARADO POR REDE DE ARAME



Fonte: <https://www.forbes.com/sites/sebastienroblin/2023/01/31/ukraine-uses-camouflage-nets-to-snare-russian-drones-attacking-its-artillery/?sh=760b60344d2d>

Sob a óptica da dependência tecnológica, uma possível solução seria a capacitação de engenheiros militares do IME para a manutenção do material dentro dos Centros Logísticos, a fim de manter uma maior disponibilidade de viaturas para o Exército.

Sabemos que a situação da empresa AVIBRAS atualmente é preocupante, pois passa por recuperação judicial e que isso acaba sendo um problema muito mais político do que apenas da esfera das Forças Armadas. O que pode ser feito é a conscientização das autoridades sobre a importância do papel do ASTROS II na defesa nacional e, principalmente, na dissuasão regional, uma vez que poucos países do mundo possuem a tecnologia desse tipo de sistemas. Ainda mais com a entrega do míssil tático de cruzeiro (MTC) às portas, não se pode arriscar a perda dessa capacidade de combate, que irá aumentar a projeção internacional do Exército Brasileiro e dissuasão no combate.

#### 4. CONCLUSÃO

O presente trabalho de conclusão de curso teve por finalidade realizar um estudo sobre o emprego e as munições da artilharia de mísseis e foguetes na guerra da Ucrânia e analisar possíveis lacunas e oportunidades de melhorias para o Exército Brasileiro no tocante a esse sistema de armamento.

Primeiramente, observou-se a escalada do conflito russo-ucraniano, desde a dissolução da União Soviética, gerando instabilidade política e uma batalha de influências entre os EUA e a Rússia, que marcaram o período de transição democrática da Ucrânia. A Rússia invadiu a Crimeia em 2014, alegando proteção da população russa, o que aumentou as tensões entre os dois países. Em 2018, a Rússia apreendeu três navios militares ucranianos no Estreito de Kerch, provocando uma nova crise. Em 2021, a Rússia mobilizou tropas na fronteira e foi acusada de apoiar separatistas no leste da Ucrânia, levando a preocupações de uma possível invasão, que ocorreu efetivamente em fevereiro de 2022 marcando o início dos conflitos na região.

A guerra entre a Rússia e a Ucrânia tem sido caracterizada pela ampla utilização de drones para a identificação de alvos, ajuste de fogo e avaliação pós-ataque. Observa-se também o expressivo emprego de artilharia pesada, com a artilharia de mísseis e foguetes desempenhando um papel dominante no conflito. Viu-se também que os ataques com mísseis foram responsáveis pela maior parte do poder de combate russo na Ucrânia, utilizando-os em grande quantidade, com destaque para o uso de mísseis hipersônicos Kinzhal, marcando a primeira vez em que esse tipo de armamento foi utilizado em guerras.

Viu-se que a tática russa de ataque foi a utilização do Grupo Tático de Batalhão (GTB), composto de uma força combinada de infantaria, veículos de combate, artilharia, apoio logístico e outras unidades auxiliares, com capacidade de operar de forma autônoma em campo de batalha por um período limitado. Esta tática mostrou-se muito eficaz no início do conflito, apoiada por fogos de artilharia de mísseis e foguetes. Em contrapartida, a Ucrânia via-se no papel de apenas atrasar o avanço russo, vendo suas reservas de munições se esgotarem rapidamente, fruto de uma política de redução na quantidade desses armamentos nos anos anteriores ao conflito. No avançar da guerra, porém, vimos o apoio de diversos países ocidentais à Ucrânia no tocante a armamentos, sendo os lançadores HIMARS norte-americanos os principais enviados ao país.

Após isso, houve o estudo dos diversos tipos de munições utilizadas no conflito por ambos os lados. Nesta parte do trabalho ficou claro o poder de fogo e as tecnologias que estão sendo empregadas, bem como o tipo de resposta a cada uma delas.

Tendo por base as informações encontradas, foi possível levantar algumas lacunas do sistema de mísseis e foguetes brasileiro.

Viu-se que o Brasil não possui Artilharia Antiaérea de média e grandes altitudes, nem radares de contrabateria, o que dificulta a utilização do material contra forças com equipamentos similares aos utilizados na guerra da Ucrânia. Os meios antiaéreos dos GMF atuais são vulneráveis e se restringem às metralhadoras .50.

Outras lacunas observadas relacionadas à doutrina brasileira do emprego do material são: preferência pela centralização dos meios, a cadeia logística extensa e especializada e a quantidade limitadas de GMF para atender todo território nacional. Todos esses pontos geram uma certa vulnerabilidade em campanha, pois no conflito em questão foi visto uma prioridade de ataques às instalações logísticas e locais de concentração das Bia MF.

Também se levantou o fato da dependência que o Exército Brasileiro possui com a empresa AVIBRAS, como sendo a única capaz de uma manutenção mais detalhada do material, a partir do terceiro escalão, e que esta dependência pode se tornar um risco caso a empresa venha a faltar com algum prazo ou mesmo passar por dificuldades de produção.

Por fim, de posse das informações expostas podemos abordar a questão levantada no início do trabalho: **Analisando o emprego e os tipos de munições utilizadas pela artilharia de mísseis e foguetes na guerra da Ucrânia, estamos preparados para enfrentar um eventual conflito onde equipamentos semelhantes podem ser empregados? E quais melhorias seriam necessárias para que nossos sistemas atuais de mísseis e foguetes possam fazer frente às novas ameaças da guerra moderna**

Quanto à primeira parte da pergunta, a resposta é: **em partes**, pois como elucidado ao longo do trabalho, ao mesmo tempo em que o ASTROS II é uma tecnologia testada em combate, onde se mostrou dissuasória, potente e eficaz, ainda temos a limitação dos meios de defesa antiaérea e antidrone, além de uma doutrina que ainda está em desenvolvimento e que, em grande parte, utiliza bases da artilharia de campanha de tubo. Paralelo a isso, a centralização dos meios logísticos e de manutenção dificulta muito a distribuição do material em locais muito distantes (situação comum no território brasileiro) e limita sua permanência em combate.

Como resposta à segunda parte da pergunta levantada, foram levantados sete pontos principais, que se seguem:

1. Revisão do projeto de defesa antiaérea em conjunto com o consórcio europeu MBDA para adaptar o sistema CAMM e melhorar a capacidade de defesa contra alvos aéreos.
2. Designação de pelo menos uma bateria antiaérea para apoiar cada GMF e a utilização da mesma plataforma do ASTROS II para lançar o míssil antiaéreo, facilitando a logística.
3. Necessidade da aquisição de armamento especializado para abater drones de observação e ataque.
4. Necessidade de estudos para a criação de mais GMF a fim de atender às demandas das operações e a implementação da capacidade de manutenção do material em outros Centros Logísticos pelo país, para atender as demandas de manutenção rapidamente.
5. Descentralização total no momento do tiro para evitar a exposição da Bia MF e do GMF e a criação de posições falsas, para evitar ataques de drones após o tiro.
6. Melhorias nas medidas de defesa das posições ocupadas, incluindo camuflagem e arames resistentes para evitar a visualização e possíveis ataques de drones.
7. Capacitação de engenheiros militares para manutenção do material dentro dos Centros Logísticos e a conscientização das autoridades sobre a importância do papel do ASTROS II na defesa nacional e dissuasão regional.

Assim, cabe ressaltar a importância do trabalho para o tema da defesa nacional, pois basta observar os conflitos mais recentes para ficar evidente o papel fundamental que a artilharia de mísseis e foguetes vem desempenhando no mundo, e se quisermos manter nosso Exército atualizado e capaz de fazer frente às novas ameaças da guerra moderna é preciso investimento em novas tecnologias de defesa, nos materiais que possuímos e na capacitação de novos operadores.

Dessa maneira, mais pesquisas devem ser realizadas acerca do tema, levantando a importância do ASTROS II para a projeção de poder nacional, pesquisas que abordem a necessidade de adequação do sistema às ameaças da guerra moderna, bem como pesquisas no campo da defesa antiaérea, que verificou-se ser uma das maiores limitações para o emprego do material.

## REFERÊNCIAS

AKIMENKO, Valeriy. Russia and strategic non-nuclear deterrence: Capabilities, limitations, and challenges. **Chatham House**, jul. 2021. Disponível em: <<https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-08/2021-07-29-russia-strategic-non-nuclear-akimenko.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2023.

AMBRÓS, Christiano C. Indústria de defesa e desenvolvimento: controvérsias teóricas e implicações em política industrial. **Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais**. v.6, n.11, p.136-158, jan./jun. 2017.

ARMY RECOGNITION. **TOS-1A BM-1 SOLTSEPEK**. Disponível em: <[https://www.armyrecognition.com/russia\\_russian\\_army\\_vehicles\\_system\\_artillery\\_uk/tos-1a\\_bm-1\\_soltsepek\\_heavy\\_flamethrower\\_rocket\\_launcher\\_data\\_fact\\_sheet.html](https://www.armyrecognition.com/russia_russian_army_vehicles_system_artillery_uk/tos-1a_bm-1_soltsepek_heavy_flamethrower_rocket_launcher_data_fact_sheet.html)>, 21 abr. 2023. Acesso em: 24 abr. 2023.

ARMY TECHNOLOGY. **Uragan 9K57 Multiple Launch Rocket System, Russia**. Disponível em: <<https://www.army-technology.com/projects/uragan/>>, 7 mar. 2022. Acesso em: 24 abr. 2023.

AVIBRAS. **M00418-9**: Tabela de Tiro Para Foguete AV-SS-60 MW. Jacareí. Avibras Industria Aeroespacial, 2019. 130 p.

BBC NEWS BRASIL. **A nova mobilização de tropas russas na fronteira com a Ucrânia que põe em alerta EUA e UE**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-59318721>>. Acesso em: 08 abr. 2023.

BBC. **Guerra na Ucrânia: o papel crucial dos drones no conflito**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-62291582>>, 2022. Acesso em: 24 abr. 2023.

BBC. **Ukraine: What are Himars missiles and are they changing the war?** Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/world-62512681>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

BOWEN, Andrew S. Russia's war in Ukraine: military and intelligence aspects. **Congressional Research Service**. 13 fev. 2023.

BRASIL. Exército. **EB70-MC-10.363: GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES**. 1. ed. Brasília, 2021.

CSIS. **9K720 Iskander (SS-26)**. Disponível em: <<https://missilethreat.csis.org/missile/ss-26-2/>>, 2 ago. 2021 Acesso em: 24 abr. 2023.

CSIS. **Kh-47M2 Kinzhal**. Disponível em: <<https://missilethreat.csis.org/missile/kinzhal/>>, 19 mar. 2022 Acesso em: 24 abr. 2023.

CSIS. **OTR-21 Tochka (SS-21)**. Disponível em: <<https://missilethreat.csis.org/missile/ss-21/>>, 31 mar. 2022 Acesso em: 23 abr. 2023.

CSIS. **S-300**. Disponível em: <<https://missilethreat.csis.org/defsys/s-300/>>, 6 jul. 2021 Acesso em: 24 abr. 2023.

DJI. DJI Drone Mavic 3 Classic + Fly More Combo RC (com tela) - DJI023. **DJI**. Disponível em: <<https://www.lojadji.com.br/dji-mavic-3-classic-fmc-rc-dji023>>. Acesso em: 24 abr. 2023

DURING, Nelson. MBDA e AVIBRAS anunciam projeto de Defesa Antiaérea de média altura. **Defesanet**. Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/17432/mbda-e-avibras-anunciam-projeto-de-defesa-antiaerea-de-media-altura/>>, 14 nov. 2014. Acesso em: 24 abr. 2023.

ESTUDOS militares conjuntos: conflito Rússia-Ucrânia, possíveis ensinamentos para o emprego conjunto das Forças Armadas. **ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA**. Rio de Janeiro, 2022.

FOGUETES de longo alcance, o novo trunfo da Ucrânia no conflito com a Rússia. **Exame**, 29 mar. 2023. Ciência. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/foguetes-de-longo-alcance-o-novo-trunfo-da-ucrania-no-conflito-com-a-russia/>. Acesso em: 07 abr. 2023.

G1. **Guerra na Ucrânia: o que são os mísseis hipersônicos usados pela Rússia**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/ucrania-russia/noticia/2023/03/10/guerra-na-ucrania-o-que-sao-os-misseis-hipersonicos-usados-pela-russia.ghtml>>. Acesso em: 08 abr. 2023.

G1. **Rússia captura navios ucranianos próximo à costa da Crimeia após disparar contra eles**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2018/11/25/russia-apreende-navios-ucranianos-proximo-a-costa-da-crimea-apos-disparar-contra-eles.ghtml>>. Acesso em: 08 abr. 2023.

GICHD. **122 MM BM-21 multi barrel rocket launcher (MBRL)**. Disponível em: <<http://characterisationexplosiveweapons.org/studies/annex-a-122-mm-mbrl/>>. Acesso em: 24 abr. 2023.

GICHD. Explosive Ordnance Guide for Ukraine. **Geneva International Centre for Humanitarian Demining**, Ucrânia, p. 116, abr. 2022

GLOBAL SECURITY. **Guided multiple launch rocket system (GMLRS) rocket**. Disponível em: <<https://www.globalsecurity.org/military/library/budget/fy2000/dote/army/00gmlrs.html>>, 2023. Acesso em: 24 abr. 2023.

GRAU, L. W.; BARTLES, C. K. Getting to Know the Russian Battalion Tactical Group. **Rusi**, 14 abr. 2022. Disponível em: <<https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/getting-know-russian-battalion-tactical-group>>. Acesso em: 09 abr 2023.

GRAU, L. W.; BARTLES, C. K. Integration of Unmanned Aerial Systems Within Russian Artillery. **Research Gate**, maio. 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/330009563\\_Integration\\_of\\_Unmanned\\_Aerial\\_Systems\\_Within\\_Russian\\_Artillery](https://www.researchgate.net/publication/330009563_Integration_of_Unmanned_Aerial_Systems_Within_Russian_Artillery)>. Acesso em: 07 abr. 2023.

LEITE, A. C. C.; LUCENA, A. M. M.; NOBRE, F. R. F. Invasão à Crimeia: influência ocidental na Ucrânia e retaliação Russa. **Revista Carta Internacional**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, 2020, p. 29-55.

LIEBERMANN, Oren. Rússia já lançou 600 mísseis na Ucrânia, informa oficial dos EUA. **CNN**, 06 mar. 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/russia-ja-lancou-600-misseis-na-ucrania-informa-oficial-dos-eua/#:~:text=Desde%20o%20in%C3%ADcio%20da%20invas%C3%A3o%20ao%20territ%C3%B3rio%20ucraniano%2C,da%20defesa%20dos%20Estados%20Unidos%20neste%20domingo%20%286%29>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

LILLIS, K. B.; LIEBERMANN, O. How Ukraine became a testbed for Western weapons and battlefield innovation. **CNN**, 16 jan. 2023. Disponível em: <<https://edition.cnn.com/2023/01/15/politics/ukraine-russia-war-weapons-lab/index.html>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

OLIVEIRA, Maxwell F. **Metodologia científica**: um manual para a realização de pesquisas em administração. 72p. Tese (Pós-graduação) - Universidade Federal de Goiás, 2011.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2<sup>a</sup>. ed. Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil. Feevale, 275 p. v. 1, 2013.

REUTERS. **Russia says it intercepted GLSDB smart bomb in Ukraine for first time**. Disponível em: <<https://www.reuters.com/world/europe/russia-says-it-intercepted-glsdb-smart-bomb-ukraine-first-time-2023-03-28/>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

ROBLIN, Sebastien. Ukraine Uses Camouflage Nets To Snare Russian Drones Attacking Its Artillery. **Forbes**. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/sebastienroblin/2023/01/31/ukraine-uses-camouflage-nets-to-snare-russian-drones-attacking-its-artillery/?sh=760b60344d2d>>, 31 jan. 2023. Acesso em: 24 abr. 2023.

SAAB. **Ground-Launched Small Diameter Bomb**. Disponível em: <<https://www.saab.com/products/ground-launched-small-diameter-bomb-glsdb>>. Acesso em: 07 abr 2023.

SAW, David. The Rise and Fall of the Russian Battalion Tactical Group Concept. **European Security & Defense**, 8 nov. 2022. Disponível em: <<https://eurosd.com/2022/11/articles/exclusive/26319/the-rise-and-fall-of-the-russian-battalion-tactical-group-concept/>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

SIRUTAVIČIUS, Vlada. 2005. Ukraine: the Orange Revolution and its Aftermath. **Institute of International Relations and Political Science at the University of Vilnius**, p. 165, nov. 2005.

USAASC. Guided multiple launch rocket system (GMLRS) dual-purpose improved conventional munition (DPICM)/unitary/alternative warhead. **United States Army Acquisition Support Center**. Disponível em: <<https://asc.army.mil/web/portfolio-item/guided-multiple-launch-rocket-system-gmlrs-dpicmunitaryalternative-warhead/>>, 2023. Acesso em: 24 abr. 2023.

WILSON, A. **Ukraine Crisis: What It Means for the West**. Editora Yale University, 1ª Edição, 4 nov. 2014.

ZABRODSKYI et al. **Preliminary Lessons in Conventional Warfighting from Russia's Invasion of Ukraine: February–July 2022**. Royal United Services Institute for Defence and Security Studies, 2022.