

**ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO  
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO**

Maj QEM **HEBER JESUS DA SILVA JÚNIOR**

**Sistema de Munições Remotamente Pilotadas no conflito  
entre Rússia e Ucrânia:  
possibilidades e limitações**



Rio de Janeiro  
2024

Maj QEM **HEBER** JESUS DA SILVA JÚNIOR

**Sistema de Munições Remotamente Pilotadas no conflito  
entre Rússia e Ucrânia:  
possibilidades e limitações**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa Nacional.

Orientador: Maj Art **RENATO ROCHA DRUBSKY DE CAMPOS**

Rio de Janeiro

2024

Maj QEM **HEBER** JESUS DA SILVA JÚNIOR

**Sistema de Munições Remotamente Pilotadas no conflito  
entre Rússia e Ucrânia:  
possibilidades e limitações**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de Comando e  
Estado-Maior do Exército, como requisito  
parcial para a obtenção do título de  
Especialista em Ciências Militares, com  
ênfase em Política, Estratégia e  
Administração Militar

Aprovado em 10 de outubro de 2024.

COMISSÃO AVALIADORA

---

Maj Art **RENATO ROCHA DRUBSKY DE CAMPOS** – Presidente  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

Ten Cel Eng **ERIC MONIOS** – Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

Ten Cel Inf **VICTOR BERNARDES DE FARIA** – Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

À minha esposa, ao meu filho, ao meu pai (*in memoriam*) e à minha mãe. Uma sincera homenagem pelo carinho e apoio demonstrados antes e durante a realização deste curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Major Renato Rocha Drubsky de Campos, não só pela orientação firme e segura, como também pelo incentivo e pela confiança evidenciada em várias oportunidades. Sua dedicação revestiu-se de capital importância para que pudesse realizar o trabalho com tranquilidade e eficiência.

Aos Majores Henrique e Lion pela inestimável colaboração prestada por ocasião da confecção deste trabalho.

À minha família, meu reconhecimento pela abnegação e auxílio durante o planejamento e execução deste trabalho.

“Lutai contra o conservantismo, tornando-vos permeáveis às ideias novas, a fim de que possais escapar à cristalização, ao formalismo e à rotina.”

(Marechal Castello Branco)

## RESUMO

O Sistema de Munições Remotamente Pilotadas surge neste século como uma tecnologia disruptiva que tem proporcionado vantagens táticas e operacionais aos países detentores. Este equipamento combina capacidades de um drone e de um míssil, a um custo inferior, permitindo seu emprego contra infraestruturas estratégicas e tropas terrestres, causando severos danos econômicos, militares e psicossociais ao inimigo. Em função da sua capacidade de vagar sobre o alvo e detonar-se ao atingi-lo, o SMRP recebeu outras nomenclaturas tais como: munição vagante, drone kamikaze e drone suicida. Muitos pesquisadores estão acompanhando o uso deste artefato bélico por atores estatais e não estatais em diversos conflitos, buscando investigar suas possibilidades e seu impacto na condução do combate e no planejamento estratégico das operações militares. Neste diapasão, este trabalho utilizará o conflito armado entre Rússia e Ucrânia, iniciado em fevereiro de 2022, como delimitação espacial e temporal para estudar o problema proposto, haja visto que ambos os Estados têm empregado intensamente diferentes modelos de SMRP autóctones ou fornecidos por países aliados. Entre todos os conflitos que o SMRP já foi empregado, a guerra na Ucrânia está sendo considerada por muitos especialistas como a primeira guerra convencional desde o final do período de Guerra Fria a empregar extensivamente munição vagante de curto e longo alcance, no combate aproximado ou de retaguarda. Este cenário tem sido utilizado para examinar e analisar diferentes perspectivas, tais como: possibilidades e limitações dos diferentes SMRP comercializados, vantagens em relação a outros materiais com finalidade semelhante, implicações na doutrina militar e regulação do emprego no teatro operacional. Desta forma, o problema proposto para este trabalho foi assim sintetizado: Como o conhecimento das possibilidades e limitações dos SMRP empregados no conflito armado entre Rússia e Ucrânia, no período entre 2022 e 2024, podem contribuir para o processo de obtenção deste SMEM pelo Exército Brasileiro? Para tanto, foi conduzida uma Revisão Sistemática em um Estudo de Caso, utilizando na pesquisa palavras-chave associadas a SMRP aplicados no conflito estudado que conduzissem aos nomes dos modelos empregados. Na análise e discussão dos resultados, as possibilidades e limitações levantadas foram sintetizadas e comparadas com os requisitos elaborados pelo Exército Brasileiro, sendo apresentadas oportunidades de melhoria no processo de obtenção de SMRP iniciado pela Força Terrestre, além de identificar que o Brasil possui mais de dez empresas fabricantes de SARP com potencial para integrar subsistemas que entreguem a estes vetores aéreos não tripulados a capacidade de realizarem ataques remotos precisos. Dessa maneira, os resultados deste trabalho reportam dados que podem ser utilizados como requisitos operacionais para um melhor direcionamento da Experimentação Doutrinária sobre SMRP conduzida pelo Comando de Operações Terrestres e apresentar empresas que possam cooperar com o Departamento de Ciência e Tecnologia no desenvolvimento de uma munição remotamente pilotada brasileira.

**Palavras-chave:** munição vagante; drone kamikaze; Guerra Rússia - Ucrânia; possibilidades; limitações.

## ABSTRACT

The Remotely Piloted Munition System (RPMS) has emerged in this century as a disruptive technology that has provided tactical and operational advantages to the countries that possess it. This equipment combines the capabilities of a drone and a missile at a lower cost, allowing its use against strategic infrastructures and ground troops, causing severe economic, military, and psychosocial damage to the enemy. Due to its ability to loiter over the target and detonate upon impact, the RPMS has received various names such as: loitering munition, kamikaze drone, and suicide drone. Many researchers are monitoring the use of this weaponry by both state and non-state actors in various conflicts, seeking to investigate its possibilities and impact on combat conduct and strategic military planning. In this context, this study will use the armed conflict between Russia and Ukraine, which began in February 2022, as a space and time limitation to examine the proposed issue, given that both states have intensely employed different models of indigenous or ally-supplied RPMS. Among all the conflicts where RPMS have been used, the war in Ukraine is considered by many experts as the first conventional war since the end of the Cold War to extensively employ both short- and long-range loitering munitions in close combat or rear operations. This scenario has been used to examine and analyze various perspectives, such as: the possibilities and limitations of different commercial RPMS models, advantages over other materials with similar purposes, implications for military doctrine, and regulation of their use in the operational theater. Thus, the problem proposed for this study was synthesized as follows: How can we understand the possibilities and limitations of RPMS used in the armed conflict between Russia and Ukraine between 2022 and 2024 contribute to the process of acquiring this technology by the Brazilian Army? To address this, a Systematic Review in a Case Study was conducted, utilizing keywords associated with RPMS applied in the studied conflict to identify the models employed. In analyzing and discussing the results, the identified possibilities and limitations were synthesized and compared with the requirements established by the Brazilian Army, presenting opportunities for improving the RPMS acquisition process initiated by the Land Force. Additionally, it was found that Brazil has more than ten companies manufacturing loitering munitions with the potential to integrate subsystems that provide these unmanned aerial vectors with the capability for precise remote attacks. Therefore, the results of this work provide data that can be used as operational requirements for better guiding the Doctrinal Experimentation on RPMS conducted by the Land Operations Command and in presenting companies that could cooperate with the Department of Science and Technology in the development of a Brazilian remotely piloted munition.

**Keywords:** loitering munition; kamikaze drone; Russo-Ukrainian War; capability; effectiveness.

## LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

Figura 1 - SMRP <i>Harop</i> da IAI	16
Figura 2 – Fluxograma da Revisão Sistemática	24
Figura 3 – Drone suicida <i>KUB-BLA</i>	28
Figura 4 – Munição vagante <i>Lancet-3</i>	29
Figura 5 – Drone suicida <i>Shahed-131</i> e <i>Shahed-136</i>	30
Figura 6 – Munição vagante ST-35	31
Figura 7 – Munição vagante RAM II	31
Figura 8 – Munição vagante <i>Phoenix Ghost</i>	32
Figura 9 – Munição vagante <i>Switchblade 300</i> e <i>Switchblade 600</i>	33
Figura 10 – Munição vagante <i>Warmate 1</i>	33
Quadro 1 - Questões de Estudo .....	13
Quadro 2 – Desenho da Pesquisa .....	22
Quadro 3 – Características e Possibilidades dos SMRP empregados pela Rússia (fundo vermelho) e Ucrânia (fundo azul).....	34
Quadro 4 – Avaliação dos SMRP segundo Requisitos Operacionais para Cat 1 (fundo vermelho) e Cat 2 (fundo azul) .....	39
Quadro 5 – Empresas fabricantes de SARP no Brasil.....	41
Tabela 1 – Subsistemas de um SMRP russo	17
Tabela 2 - Diferenças entre sistemas aéreos não tripulados	18

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1	PROBLEMA E OBJETIVOS .....	11
1.2	DELIMITAÇÃO E QUESTÕES DE ESTUDO .....	12
1.3	RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL</b> .....	15
2.1	O CONFLITO ARMADO ENTRE RÚSSIA E UCRÂNIA .....	15
2.2	O SISTEMA DE MUNIÇÃO REMOTAMENTE PILOTADA.....	16
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	20
3.1	DESENHO DA PESQUISA.....	20
3.2	ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	23
<b>3.2.1</b>	<b>Coleta de Dados</b> .....	23
<b>3.2.2</b>	<b>Tratamento de Dados</b> .....	25
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	27
4.1	POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DOS SMRP EMPREGADOS PELA RÚSSIA .....	27
4.2	POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DOS SMRP EMPREGADOS PELA UCRÂNIA .....	30
4.3	DISCUSSÃO SOBRE OS SMRP EMPREGADOS NO CONFLITO .....	33
4.4	DISCUSSÃO SOBRE AS POSSIBILIDADES DOS SMRP DO CONFLITO E O PROCESSO DE OBTENÇÃO DO EXÉRCITO .....	36
4.5	POTENCIAIS EMPRESAS BRASILEIRAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE SMRP .....	41
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	44
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

A guerra entre Rússia e Ucrânia é considerada o primeiro conflito armado convencional no qual ambos os beligerantes estão empregando intensamente o Sistema de Munições Remotamente Pilotadas (SMRP) contra alvos estratégicos ou no combate aproximado.

Em um contexto histórico, o primeiro SMRP foi desenvolvido por uma empresa israelense durante a última década do século XX, e o primeiro conflito armado a empregar este material em grandes proporções foi o de Nagorno–Karabakh, envolvendo o Azerbaijão e a Armênia. O SMRP foi empregado pela primeira vez na Ucrânia por grupos paramilitares na fronteira leste, em combates irregulares contra forças russas no ano de 2014 (Friese *et al.*, 2016; Balkan, 2019; Egozie, 2020).

De maneira geral, o SMRP é considerado uma subcategoria do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), tendo características de um drone e de um míssil guiado, com capacidade de sobrevoo por longo período até que o alvo selecionado possa ser atacado com precisão (Ilić; Tomašević, 2021).

Kunertova (2023a) destaca que no início da invasão russa à Ucrânia em 2022 o SARP era mais valorizado taticamente em relação ao SMRP, devido aos bons resultados alcançados em Nagorno–Karabakh, um conflito assimétrico com supremacia aérea do país detentor do SARP. Já no teatro operacional ucraniano, o SARP mostrou-se bastante vulnerável às defesas aéreas e de difícil reposição devido ao seu custo elevado, o que estimulou uma busca acelerada pelo desenvolvimento, aquisição e produção de SMRP, mais baratos e com boa precisão e alcance, despertando o interesse de muitos pesquisadores pelas suas possibilidades e limitações.

### 1.1 PROBLEMA E OBJETIVOS

O intenso emprego de diferentes tipos de SMRP no conflito armado entre Rússia e Ucrânia por ambos os países contendores têm apresentado ao mundo uma oportunidade de investigar as possibilidades e limitações deste material, a fim de

orientar o planejamento de atividades como atualização doutrinária, obtenção da tecnologia e do sistema de defesa.

O SMRP é considerado uma tecnologia disruptiva que tem impactado em diversas funções de combate na maior guerra convencional em andamento no mundo.

O ineditismo do emprego deste material em um conflito desta natureza cria uma lacuna de conhecimentos a respeito das peculiaridades deste equipamento, que, se negligenciada, pode trazer graves ameaças à garantia da soberania, da integridade territorial e patrimonial e à consecução dos interesses estratégicos nacionais.

Do exposto, o presente estudo pretende contribuir com os processos de atualização doutrinária e obtenção de Sistemas de Material de Emprego Militar (SMEM) do Exército Brasileiro (EB), e se propõe a responder o seguinte problema:

**Como o conhecimento das possibilidades e limitações dos SMRP empregados no conflito armado entre Rússia e Ucrânia, no período entre 2022 e 2024, podem contribuir para o processo de obtenção deste SMEM pelo EB?**

Com vistas à resolução de tal problemática, com fundamentação teórica e adequada profundidade de investigação, foi definido o seguinte objetivo geral: **apresentar as possibilidades e limitações dos SMRP empregados por Rússia e Ucrânia no atual conflito, destacando as iniciativas correntes do EB voltadas à obtenção dessa tecnologia, e concluindo sobre potenciais empresas brasileiras voltadas à produção nacional deste SMEM.**

Para viabilizar a consecução do objetivo geral de estudo, foram propostos os seguintes objetivos específicos, que permitirão o encadeamento lógico do raciocínio investigativo:

- a. apresentar as características, possibilidades e limitações dos SMRP empregados no conflito armado entre Rússia e Ucrânia;
- b. apresentar o processo de obtenção de SMRP do EB; e
- c. listar potenciais empresas brasileiras para a fabricação de SMRP.

## 1.2 DELIMITAÇÃO E QUESTÕES DE ESTUDO

Desde o início da guerra entre Rússia e Ucrânia, em fevereiro de 2022, a literatura tem reportado a utilização de diferentes SMRP por ambos os lados, e até os

dias atuais há a ocorrência de diferentes ataques empregando este artefato bélico, o que justifica a delimitação temporal desta revisão bibliográfica no período entre 2022 e 2024.

O conflito armado entre Rússia e Ucrânia é a guerra convencional entre dois Estados que mais emprega SMRP na atualidade. Por esta razão, a escolha deste conflito como Estudo de Caso constitui uma delimitação espacial adequada para investigar possibilidades e limitações deste material de emprego militar, oriundo dos próprios contendores ou de países aliados.

A revisão bibliográfica pretende apresentar de forma sucinta o conceito e o histórico sobre SARP, a fim de conduzir à compreensão das diferenças entre este equipamento e o SMRP, e como o SMRP surgiu a partir da evolução do SARP.

Desta feita, para atingir os objetivos propostos, pretende-se realizar o Estudo de Caso e a Revisão Sistemática com o foco nas questões de estudo apresentadas no Quadro 1.

**QUADRO 1 - Questões de Estudo**

<b>Perguntas</b>	<b>Objetivos</b>
1) Quais as características, possibilidades e limitações dos SMRP empregados no conflito entre Rússia e Ucrânia?	a
2) Quais os Requisitos Operacionais dos SMRP apresentados na Diretriz para a Experimentação Doutrinária do Sistema de Munições Remotamente Pilotadas Categorias 1 e 2?	b
3) Quais as potenciais empresas para a produção de SMRP no Brasil?	c

**Fonte:** elaborado pelo autor.

### 1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Os SMRP são novas tecnologias cinéticas capazes de liberar grande quantidade de energia, provocando destruição de diversos tipos de alvos de valor estratégico, operacional e tático. Esta tecnologia tem contribuído para reduzir a assimetria do poder militar entre Rússia e Ucrânia, alongando um conflito o qual imaginava-se que seria vencido rapidamente pelo lado russo.

Em razão disso, ela tem atraído o interesse de diversos pesquisadores instigados a conhecer mais sobre suas possibilidades e limitações, buscando se prepararem para guerras cada vez mais tecnológicas.

Assim, o presente estudo aproveita-se das informações vindas da academia, indústria e mídia, as quais são atualizadas a cada dia, com a finalidade de contribuir para (i) apresentar as possibilidades e limitações dos modelos de SMRP empregados no conflito entre Rússia e Ucrânia; (ii) para relacioná-las com as possibilidades e limitações dos SMRP em processo de obtenção pelo Exército para Experimentação Doutrinária; e (iii) levantar potenciais empresas nacionais para a fabricação deste tipo de SMEM.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

Este capítulo tem como finalidade apresentar conceitos, definições e fundamentos teóricos que formarão a base da análise e discussão dos resultados que serão alcançados nos capítulos subsequentes.

Esta preparação teórica será construída a partir da Revisão Sistemática de um Estudo de Caso, e os resultados obtidos serão analisados e apresentados nas seguintes seções:

- a. O conflito armado entre Rússia e Ucrânia;
- b. O Sistema de Munição Remotamente Pilotada;
- c. A definição de possibilidades e limitações.

### 2.1 O CONFLITO ARMADO ENTRE RÚSSIA E UCRÂNIA

O conflito entre Rússia e Ucrânia está sendo utilizado como Estudo de Caso por diversos analistas e pesquisadores especialistas na área de defesa. Segundo Gil (2017), o Estudo de Caso é uma modalidade de pesquisa que permite a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real.

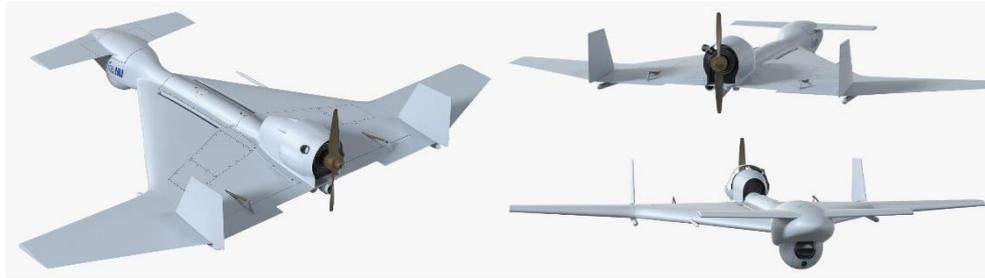
Este conflito foi iniciado em 24 de fevereiro de 2022, pela Federação Russa, a qual o classificou como uma “Operação Militar Especial”, manifestada por uma invasão planejada ao território ucraniano, que perdura até os dias atuais (Alves, 2023).

A guerra na Ucrânia está sendo considerada como o primeiro conflito na história mundial no qual está ocorrendo o emprego de milhares de SMRP por ambos os beligerantes. O emprego massivo destes artefatos decorre do seu baixo custo e boa precisão, facilidade de operação por tropas terrestres em combates aproximados, associado à capacidade de engajar alvos estratégicos a grandes distâncias. Até o início deste conflito geralmente drones de maior porte eram utilizados como plataforma de lançamento de munições contra atores não estatais, a longas distâncias, em combates assimétricos (Kunertova, 2023b).

A guerra entre Rússia e Ucrânia não é o primeiro conflito bélico a empregar SMRP. O dispositivo foi utilizado com sucesso pelos EUA no Afeganistão, na Síria e

no Iêmen, e ganhou notoriedade na contenda entre Azerbaijão e Armênia, pela região de Nagorno – Karabakh, em 2020. Neste confronto as forças azerbaijanas destruíram os sistemas de defesa aérea e tropas blindadas armênicas empregando o SMRP *Harop* da empresa *Israel Aerospace Industries* (IAI) (Figura 1) (Deveraux, 2022).

**FIGURA 1 - SMRP *Harop* da IAI**



**Fonte:** Turbosquid (2024).

No entanto, a guerra entre Rússia e Ucrânia destaca-se como o primeiro conflito a empregar SMRP de diversas matizes e origens, ampliando as possibilidades de investigação sobre uma extensa gama de equipamentos com possibilidades e limitações distintas, o que enriquece o presente trabalho.

Desta forma, o conflito armado atual entre Rússia e Ucrânia é o cenário escolhido do presente estudo para buscar descrever as peculiaridades deste equipamento considerado como uma das novas tecnologias disruptivas do século XXI, o SMRP, cujos conceitos e histórico serão abordados na próxima subseção.

## 2.2 O SISTEMA DE MUNIÇÃO REMOTAMENTE PILOTADA

Desde a 1ª Guerra Mundial as Forças Armadas de diferentes nações têm buscado a superioridade no combate aéreo, por meio do desenvolvimento e emprego de equipamentos como aviões de bombardeio, mísseis guiados de alta precisão, foguetes de longo alcance, e mais recentemente, no início do século XXI, o Sistema de Armas Remotamente Pilotadas (SARP) usado para lançar mísseis de precisão contra alvos distantes e retornar para sua base de lançamento, ou ainda realizar atividades de Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvo (IRVA) (Petrović; Gordić, 2023).

O SMRP possui características de um míssil balístico e de um SARP, pois possui uma cabeça de guerra alto explosiva com sistema de guiamento de alta precisão, operado de forma autônoma, automática ou semiautônoma, com capacidade de sobrevoar o alvo e realizar o ataque, com a vantagem de custar muito menos do que um míssil ou um SARP (Voskuijl, 2022).

Os SMRP de emprego aéreo carregam em sua plataforma diversos subsistemas que podem ser obtidos de diferentes fabricantes que reunidos entregam a capacidade de realizar ataques precisos de forma remota. A Tabela 1 apresenta os principais subsistemas reportados pela inteligência técnica (TECHINT) ucraniana sobre um SMRP russo autóctone capturado:

**TABELA 1 – Subsistemas de um SMRP russo**

<b>Subsistema</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Finalidade/Capacidade</b>
Módulo Jetson	Nvidia (EUA)	Processamento de imagem por IA
Software Nvidia	Nvidia (EUA)	Busca e rastreamento autônomo de alvo
Módulo de navegação e rastreamento	U-Blox (Suíça)	Contra medidas eletrônicas ( <i>anti-jamming e anti-spoofing</i> )
Motor elétrico	AXI Model Motors (República Tcheca)	Propulsão do sistema

**Fonte:** Faragasso (2023).

A operação dos SMRP pode ser automática, quando as coordenadas do alvo são configuradas antes do lançamento, ou quando o controlador navega o equipamento até o alvo; ou autônomo, quando sistemas de georreferenciamento, comunicação e inteligência artificial (IA) são capazes de conduzir o veículo por *waypoints* e por meio de sensores e reconhecimento de imagem, identificar e tomar a decisão de atacar o alvo de forma autônoma. Alguns modelos possuem o recurso *human-in-the-loop* (semiautônomo) para permitir que próximo ao alvo o modo autônomo seja interrompido para a tomada de decisão ser feita pelo operador (Bode, 2023).

O SMRP é uma nomenclatura adotada pelo EB (Strassburger; Annes, 2022), e por esta razão, será a nomenclatura padrão utilizada no presente trabalho para reportar os resultados das pesquisas. Na literatura estrangeira este equipamento recebe outros nomes, tais como *loitering munition*, *kamikaze drone*, *suicide drone*, que

traduzindo para a língua portuguesa temos munição vagante, drone kamikaze e drone suicida, respectivamente.

O primeiro SMRP foi desenvolvido pela empresa IAI na década de 1990 e recebeu o nome de *Harpy*. Ele possuía a capacidade de ser ativado após ser detectado pelo radar, e os fragmentos resultantes da detonação de sua cabeça de guerra causavam a destruição do equipamento. Apenas a partir de 2010 o SMRP incorporou câmeras para permitir a destruição de qualquer alvo, não apenas de radares (Scharre; Horowitz, 2015).

O primeiro SMRP empregado taticamente foi o *Switchblade*, pelos EUA na Guerra do Afeganistão, em 2012, contra alvos de alto valor estratégico. Em 2016, o Azerbaijão empregou munição *Harpy 2* contra albaneses no conflito Nagorno-Karabakh (I-HLS News, 2024).

Pelas semelhanças entre o SMRP e o SARP é importante diferenciá-los para evitar pesquisas que não estejam dentro do escopo deste trabalho. O SARP é um termo empregado pelo EB, mas que é encontrado na literatura estrangeira e nacional de outras formas tais como drone, UAV (*Unmanned Aerial Vehicle* ou *Uncrewed Aerial Vehicle*), VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) ou VARP (Veículo Aéreo Remotamente Pilotado). As diferenças entre SARP e SMRP são sintetizadas na Tabela 2.

**TABELA 2 - Diferenças entre sistemas aéreos não tripulados**

Nomenclatura	Definição
SARP, drone, UAV, VANT e VARP.	Sistema de aeronave não tripulada, controlada remotamente por operadores humanos ou por sistemas autônomos, que pode ser usado para IRVA e ataque (Singer, 2009; Israel Aerospace Industries, 2019).
SMRP, munição vagante, drone kamikaze, drone suicida.	Sistema de munição auto explosiva não recuperável com capacidades combinadas de um míssil guiado de precisão e um drone. Quando possui a possibilidade de vagar sobre uma região em busca de alvos o artefato recebe o nome de munição vagante. No caso de ser lançado contra um alvo de coordenada previamente configurada é identificado comumente como drone kamikaze ou drone suicida (Bode; Watts, 2023; Kunertova, 2023b).

**Fonte:** elaborado pelo autor, baseado nas referências citadas.

O SMRP é, portanto, um material de emprego militar com possibilidades direcionadas para o ataque aéreo a partir de uma plataforma terrestre, que carrega sistemas de navegação, sensoriamento remoto, controle e comunicação, semelhante a um SARP, mas que é de emprego único, se autodestruindo após ser lançado.

No que tange às limitações, a literatura apresenta a vulnerabilidade do subsistema de comando e controle (C<sup>2</sup>) do SMRP a interferências eletrônicas (*jammig*) e sua facilidade em ser abatido por diferentes armas de um sistema de defesa aérea (Kunertova, 2023a).

O estado final desejado para o trabalho é o de apresentar, de forma sintética, todas as possibilidades e limitações de cada SMRP empregado no conflito entre Rússia e Ucrânia, fornecendo ao EB dados úteis para a elaboração de requisitos operacionais para o processo de Experimentação Doutrinária, além de apresentar potenciais empresas brasileiras fabricantes de SARP que possam agregar tecnologias, convertendo-o em uma munição remotamente pilotada.

Concluindo, na próxima subseção serão apresentados conceitos sobre peculiaridades, características físicas, parâmetros de desempenho de SMRP que possam caracterizar suas possibilidades e limitações, visando a orientar a Revisão Sistemática que será realizada abordando os equipamentos empregados no conflito atual entre Rússia e Ucrânia.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por finalidade descrever a metodologia utilizada neste trabalho para responder às perguntas que orientam a pesquisa sobre as possibilidades e limitações dos SMRP empregados no conflito armado entre Rússia e Ucrânia, no período entre 2022 e 2024.

Para atingir este objetivo, primeiro será apresentado o Desenho da Pesquisa. Nesta seção serão abordados o problema e os objetivos do trabalho, e quais os procedimentos e técnicas serão empregadas para obter os resultados desejados. E na seção seguinte será apresentada a Estratégia de Pesquisa, na qual serão abordados os métodos e técnicas de coleta e tratamento de dados empregados neste trabalho.

#### 3.1 DESENHO DA PESQUISA

O desenho da pesquisa é essencial porque deixa claro quais são os objetivos do trabalho, bases de documentos empregadas, critérios de inclusão e exclusão das informações coletadas, estratégias de busca, de seleção de estudos, como é o processo de coleta de dados e síntese dos resultados, assim como análises adicionais e conclusões. Pode contribuir para servir de ponto de partida para trabalhos futuros, dar clareza aos resultados reportados, avaliar riscos de vieses, melhorando a qualidade do trabalho de revisão (Silva, 2023).

Nesse sentido, essa investigação adota uma abordagem dedutiva e qualitativa, visto que a partir da formulação de um problema, abordado inicialmente de forma generalizada, serão obtidas informações amplas que após selecionadas e analisadas serão transformadas em conhecimentos específicos que atendam aos objetivos geral e específicos propostos. Rosa (2024) empregou a abordagem supracitada para descrever, classificar e apresentar a relevância geoestratégica dos drones em operações militares.

Quanto ao método procedimental, esta pesquisa se caracteriza como histórica, haja vista que a pesquisa buscará fatos e dados representativos dos SMRP

empregados no conflito estudado desde o seu início até os dias atuais, os quais serão analisados e discutidos, para, ao final, atingir os objetivos estabelecidos para o trabalho. Esta metodologia foi utilizada por Balint (2022) para descrever a evolução histórica dos Veículos Aéreos Não Tripuláveis e a necessidade de regulamentar o seu uso.

No que tange à natureza, esta pesquisa é de cunho aplicado, já que visa a apresentar informações técnicas e potenciais fabricantes de SMRP no Brasil, fornecendo dados que poderão ser empregados no processo de Experimentação Doutrinária e Obtenção deste Material de Emprego Militar (MEM) pelo EB. Voskuijl (2022) realizou uma pesquisa sobre características de munições vagantes, aplicando estas informações em equações que permitiram estimar capacidades de desempenho de dois tipos de munições utilizadas em conflito armado no lêmén recentemente.

Ao se avaliar os objetivos, este trabalho pode ser configurado como exploratório, devido ao seu alinhamento pela busca de conhecer melhor as características e possibilidades de SMRP empregados em uma guerra em andamento. Zamprónha e Albuquerque (2024) realizaram um estudo exploratório sobre o drone kamikaze *Shahed* 136 para levantar dados técnicos, operacionais e de custo deste equipamento a fim de subsidiar políticas de desenvolvimento tecnológico-militar.

Por fim, quanto ao desenho, esta pesquisa se aproxima de uma teoria fundamentada, tendo em vista sua natureza exploratória, que permite ao pesquisador se familiarizar com o problema, aprimorar ideias e obter informações para uma investigação qualitativa mais completa, que acrescenta, como em um quebra-cabeças, novas peças, isto é, novos dados que atendam ao objeto de estudo (Prigol; Behrens, 2019).

Desta feita, para atingir o objetivo geral de demonstrar possibilidades, limitações e peculiaridades dos SMRP empregados no conflito armado entre Rússia e Ucrânia, no período entre 2022 e 2024, este estudo teve como base um plano investigativo que pode ser visualizado no Quadro 2.

QUADRO 2 – Desenho da Pesquisa

PROBLEMA	OBJETIVO GERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	PROCEDIMENTO	INSUMO	PRODUTO
Como o conhecimento das possibilidades e limitações dos SMRP empregados no conflito armado entre Rússia e Ucrânia, no período entre 2022 e 2024, podem contribuir para o processo de obtenção deste SMEM pelo EB?	Apresentar as possibilidades e limitações dos SMRP empregados por Rússia e Ucrânia no atual conflito, destacando as iniciativas correntes do EB voltadas à obtenção dessa tecnologia, e concluindo sobre potenciais empresas brasileiras para produção nacional deste SMEM.	Apresentar as possibilidades e limitações dos SMRP empregados no conflito armado entre Rússia e Ucrânia.	Pesquisar termos-chave na língua inglesa e portuguesa, entre eles <i>kamikaze drone</i> , <i>loitering munition</i> , <i>suicide drone</i> , associados à Rússia ou Ucrânia, entre 2022 e 2024.	Banco de dados Google Scholar, Science Direct, Scielo, Coleção Meira Mattos.	Quadro com as características e possibilidades dos SMRP empregados pela Rússia e Ucrânia.
		Apresentar o processo de obtenção de SMRP do EB	Levantar Requisitos Operacionais estabelecidos pelo EB para obtenção de SMRP.	Portarias e Normas do Exército sobre SMRP.	Quadro de avaliação dos SMRP segundo requisitos operacionais do EB e lista de requisitos operacionais sugeridos.
		Listar potenciais empresas brasileiras para a fabricação de SMRP	Pesquisar empresas brasileiras que desenvolvem ou fabricam SARP.	Relação de empresas de defesa brasileiras encontradas em banco de dados abertos.	Quadro com dados de empresas fabricantes de SARP no Brasil, potenciais fabricantes de SMRP.

Fonte: elaborado pelo autor.

## 3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O referencial teórico-conceitual foi capaz de esclarecer como os SMRP surgiram, as principais diferenças entre eles e outros artefatos militares empregados com a finalidade de obter superioridade aérea e destruir alvos estratégicos, a importância deles no conflito entre Rússia e Ucrânia e os parâmetros mais comumente reportados na literatura que caracterizam suas possibilidades e limitações. Dessa forma, o *core* da investigação se concentra na apresentação das possibilidades e limitações dos SMRP empregados por Rússia e Ucrânia no conflito em andamento, e será adotado o procedimento metodológico de revisão sistemática e estudo de caso.

### 3.2.1 Coleta de Dados

De acordo com a literatura, na Revisão Sistemática são utilizados métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes, e coletar e analisar dados desses estudos que responderão a uma pergunta claramente formulada (Moher, 2015). Junqueira (2024) empregou esta metodologia para investigar vantagens e limitações no emprego de Aeronaves Não Tripuladas como ferramenta para busca e resgate durante emergências.

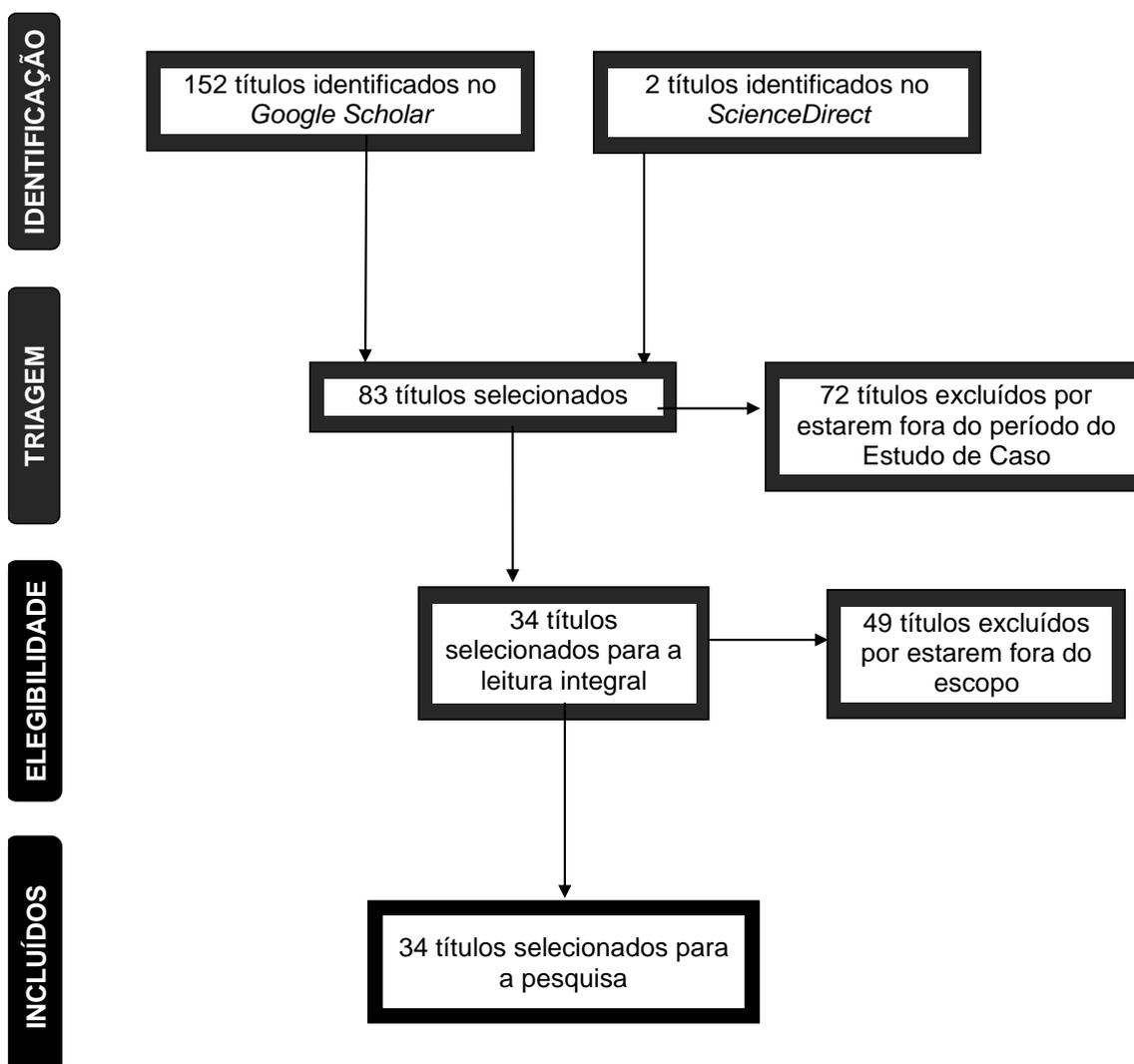
A Revisão Sistemática foi feita por meio de uma *string* de busca, utilizando termos-chaves deste trabalho. A *string* utilizada na língua inglesa foi “*kamikaze or loitering or suicide or Russia or Ukraine*”, e na língua portuguesa foi “*kamikaze or vagante or suicida or Rússia or Ucrânia*”. Essa *string* foi escolhida por possuir palavras-chaves que identificam as nomenclaturas mais empregadas para um SMRP e abranger o limite espacial estabelecido para este trabalho.

Por meio do *Google Scholar* foram obtidos 151 (cento e cinquenta e um) documentos científicos em inglês e um documento em português, enquanto utilizando o *ScienceDirect* pode-se encontrar dois artigos em inglês. Ao restringir

o período de publicação ao mesmo do conflito, ou seja, entre 2022 e 2024, o *Google Scholar* reportou 82 (oitenta e dois) artigos em inglês e um em português, enquanto o *Sciencedirect* não reportou algum artigo no período para a *string* utilizada.

Dessa maneira, a busca retornou 83 artigos, sendo 34 selecionados, por possuírem dados de interesse do escopo de estudo deste trabalho. Nestes 34 selecionados, foram encontradas informações técnicas sobre seis modelos de SMRP distintos empregados pela Ucrânia e quatro modelos utilizados pela Rússia. O fluxograma da revisão sistemática apresentado na Figura 2 mostra os dados quantitativos e qualitativos obtidos:

**FIGURA 2 – Fluxograma da Revisão Sistemática**



Fonte: elaborado pelo autor.

A delimitação do tema, do espaço e o estudo baseado em apenas publicações dos últimos dois anos fez com que a Revisão Sistemática fosse iniciada com filtros de pesquisa bem restritivos, havendo uma razão não tão pequena entre número de artigos incluídos e identificados (22%). Como consequência, dados técnicos adicionais dos modelos de SMRP foram obtidos por meio de pesquisa a dados abertos encontrados na internet como *sites* de fabricantes ou agências de informações sobre material de emprego militar.

A partir dos modelos de SMRP empregados por Rússia e Ucrânia no conflito iniciado em 2022, encontrados nos 34 artigos selecionados para leitura integral, foram utilizados termos comumente utilizados na literatura para reportar informações sobre possibilidades e limitações, tais como tempo de voo (*flight endurance*), alcance de comunicação (*communication range*), sistema de propulsão (*propulsion system*), método de lançamento (*launch method*), forma de asa (*planform*), velocidade final de ataque (*terminal attack dive airspeed*), controle da precisão da trajetória (*precision trajectory control*), tipo de alvo (*type of target*), sobrevoos de área (*hover*), forma de decolar (*take-off*), sistema de navegação, guiamento e controle (*control, guidance and navigation system*), carga explosiva (*explosive charge*), para elaborar um quadro sintético contendo as características e possibilidades dos SMRP identificados na Revisão Sistemática (Voskuijl, 2022).

### 3.2.2 Tratamento de Dados

Primeiramente foram identificadas as principais nomenclaturas usadas para SMRP no mundo, e os parâmetros mais reportados em artigos científicos ou pelo fabricante para caracterizar as possibilidades e limitações dos SMRP. Essa abordagem permitiu uma exploração ampla das informações, a correta distinção a outros artefatos empregados com finalidades semelhantes, conduzindo a identificação de padrões e tendências. Outrossim, a pesquisa nos documentos encontrados para identificar os principais modelos e suas características auxiliou na identificação de possibilidades e limitações.

A análise dos dados foi conduzida por meio da pesquisa documental

utilizando as palavras-chave *loitering munition*, *kamikaze drone* ou *suicide drone*. A partir da identificação destes termos encontrou-se os diferentes modelos de SMRP utilizados por Rússia e Ucrânia, bem como alguns dados sobre possibilidades e limitações. Esta abordagem permitiu a organização sistemática dos dados coletados, possibilitando compreender melhor o tema e os trabalhos selecionados para a pesquisa.

Durante a pesquisa verificou-se que alguns artigos reportam o emprego de drones civis por forças ucranianas com adaptações para transportar munição (Piotrowski, 2022; Nichols, 2022; Brantly, 2023). Estes modelos de SMRP não foram considerados para o trabalho, pois não contribuem para levantar dados técnicos que possam ser empregados pelo EB para obtenção deste equipamento militar.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os SMRP empregados por Rússia e Ucrânia desde 2022, destacando seus fabricantes, suas características, possibilidades e limitações. Após a apresentação de cada modelo, os dados técnicos que caracterizam suas possibilidades e limitações serão apresentados em uma tabela, para facilitar a compreensão.

Após a apresentação dos modelos empregados por Rússia e Ucrânia, é feita uma análise e discussão dos requisitos operacionais estabelecidos pelo EB para a aquisição de SMRP e as possibilidades e limitações dos equipamentos identificados na revisão sistemática.

Por fim, serão apresentadas empresas brasileiras que fabricam SARP para uso civil, destacando os equipamentos com potencial para serem convertidos em SMRP, a partir da análise das características e possibilidades dos modelos empregados por Rússia e Ucrânia.

### 4.1 POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DOS SMRP EMPREGADOS PELA RÚSSIA

Desde o início do conflito, a Rússia tem empregado SMRP com diferentes características e possibilidades para atingir seus objetivos operacionais. Ela fabrica os modelos *KUB-BLA* e *Lancet-3* (Blakcori, 2024), e importa do Irã os modelos *Shahed 131* e *136* (Bode, 2023; Kunertova, 2023b).

O *KUB-BLA* é um drone suicida produzido pela empresa russa ZALA Aero, tendo sido testado por forças militares russas no conflito na Síria entre 2015 e 2018, antes de ser comercializado a partir de 2019. Ele é de pequeno porte, sendo utilizado contra alvo estático pessoal e viatura leve, com granada de fragmentação contendo esferas metálicas para ampliar o seu raio de ação. Sua operação é automática, com capacidade de efetuar um ataque vertical sobre o alvo, dificultando sua interceptação (Al-Garni, 2022; Bode, 2023).

A Figura 3 apresenta o *KUB-BLA*, um SMRP com configuração de asa

delta, tendo como vantagens maior estabilidade contra rajadas de vento e maior volume interno para transporte de explosivos. Esta forma de asa fixa exige lançamento por meio de trilho, o que torna o transporte deste sistema por tropas a pé mais difícil do que os SMRP lançados por tubos pneumáticos, constituindo-se uma desvantagem para o combate aproximado (Voskuijl, 2022).

**FIGURA 3 – Drone suicida *KUB-BLA***



**Fonte:** Turbosquid (2024).

Assim como o *KUB-BLA*, o modelo *Lancet-3*, também produzido pela ZALA Aero, foi empregado pela primeira vez na Síria. Ele possui tecnologias integradas como sistema de orientação multisatelital (compatível com satélites dos EUA, Rússia, China e Europa), com recursos avançados contra guerra eletrônica (*anti-jamming* e *anti-spoofing*), câmera para transmissão de imagens e processamento de imagem por inteligência artificial (Bode, 2023).

Seu sistema de guiamento óptico-eletrônico possibilita sua operação autônoma e rápida aceleração final de ataque (300 km/h), que o tornam mais preciso e furtivo. Devido às suas tecnologias contramedidas cinéticas e não cinéticas, o *Lancet-3* é mais efetivo que o *KUB-BLA* (Al-Garni, 2022; Faragasso, 2023).

Diferente do *KUB-BLA*, ele possui capacidade de vagar sobre o alvo, e por isso é classificado como munição vagante. É projetado para ser lançado de plataforma marítima ou terrestre, de lançador tipo catapulta, contra alvos móveis ou estáticos terrestres, possuindo também pequenas munições para neutralizar drones hostis. Os modelos comercializados oferecem cabeças de guerra de fragmentação ou termobáricas de efeito antipessoal, ou com carga oca com

efeito anticarro (Al-Garni, 2022; Bode, 2023). A Figura 4 apresenta o modelo *Lancet-3*.

**FIGURA 4 – Munição vagante *Lancet-3***



**Fonte:** Turbosquid (2024).

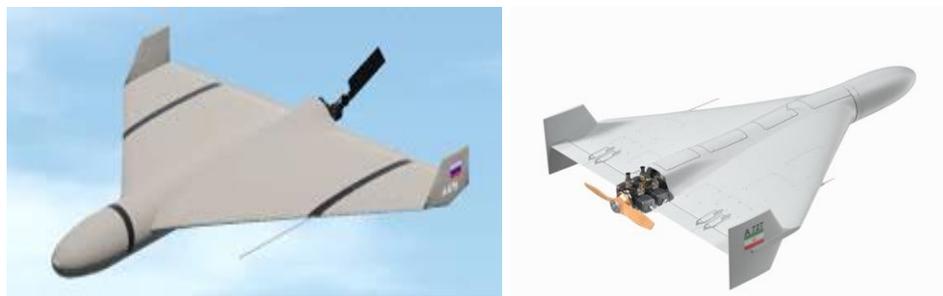
Entre todos os modelos de SMRP identificados no conflito entre Rússia e Ucrânia, os da família *Shahed*, modelos 131 e 136, são adquiridos da empresa iraniana HESA, e após algumas modificações para melhorar seu sistema de navegação e reduzir sua assinatura acústica, recebem o nome de Geran 1 e Geran 2, respectivamente (Blakcori, 2022).

O *Shahed-131* e *Shahed-136* são lançados de um contêiner que acomoda até cinco munições, utilizando propelente como carga de lançamento. Ambos não são capazes de vagar sobre o alvo e não possuem câmera para seleção do alvo por um operador ou por inteligência artificial, sendo necessário definir a coordenada geográfica do objetivo antes do lançamento. Eles são movidos por motor a combustão, o que tem como vantagem em relação aos movidos por bateria maior alcance, chegando a 2.000 – 2.500 km, e como desvantagem maior assinatura térmica e acústica, facilitando sua identificação e neutralização. A literatura reporta que cerca de 80% dos *Shahed* lançados pela Rússia foram abatidos pela defesa aérea ucraniana (Brantly, 2023; Zampronha; Albuquerque, 2024).

A Rússia tem utilizado os *Shahed* com maior efetividade contra subestações de energia elétrica, pontes e depósitos de combustíveis, aproveitando-se da grande quantidade de alto explosivo de fragmentação na cabeça de guerra, cerca de 50 kg, para degradar infraestruturas críticas. Outra estratégia empregada pela Rússia é de suprimir as defesas antiaéreas ucranianas utilizando os *Shahed*, em razão de serem comercializados por valor

em torno de 80% inferior ao de um míssil (Kunertova, 2022). A Figura 5 apresenta os modelos *Shahed-131* e *Shahed-136*.

**FIGURA 5 – Drone suicida *Shahed-131* e *Shahed-136***



Fonte: Turbosquid (2024).

#### 4.2 POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DOS SMRP EMPREGADOS PELA UCRÂNIA

A Ucrânia tem demonstrado estar à frente da Rússia no conflito sob o aspecto quantitativo e qualitativo. No total são seis modelos distintos, o ST-35 e o RAM II, fabricados por empresas ucranianas, e os modelos *Phoenix Ghost*, *Switchblade 300* e *Switchblade 600*, importados dos EUA, e o *Warmate 1* de origem polonesa, todos estes quatro últimos com tecnologias autônomas e de elevada precisão (Bode, 2023; Kunertova, 2023b).

O ST-35 (Silent Thunder), fabricado pela empresa Athlon Avia, é o único empregado no conflito até agora com múltiplos rotores, não necessitando de algum meio auxiliar de lançamento, oferecendo assim melhor mobilidade. Por possibilitar deslocamentos aéreos horizontais e verticais, é mais efetivo em áreas urbanas do que a maioria dos modelos de asa fixa (Deveraux, 2024).

O fabricante deste SMRP apresenta três modelos de cabeça de guerra, sendo um com efeito incendiário (termobárica), um antipessoal e um anticarro, adequados para diferentes objetivos, tais como radares, infraestruturas críticas, depósitos de combustíveis e munições, sistemas de C2 e sistemas antiaéreos (Athlon Avia, 2024). A Figura 6 apresenta o ST-35.

**FIGURA 6 – Munição vagante ST-35**

Fonte: Turbosquid (2024).

O outro modelo de fabricação ucraniana é o RAM II, apresentado na Figura 7, da empresa CDET. O RAM II é efetivo apenas contra alvos estáticos, possuindo cabeça de guerra termobárica, alto explosiva antipessoal ou alto explosiva de carga oca. Seu lançamento é feito por meio de uma catapulta, possuindo câmera que permite ao controlador identificar o alvo e determinar o ataque (Deveraux, 2024; CDET, 2024).

**FIGURA 7 – Munição vagante RAM II**

Fonte: Turbosquid (2024).

O *Phoenix Ghost* é uma munição vagante norte-americana, fabricada pela empresa Aevex Aerospace, com possibilidade de ser lançada verticalmente, sendo transportado em uma mochila e operado à noite, por meio de sensores infravermelho, sendo efetivo nos ataques noturnos contra alvos móveis blindados. Destaca-se dos demais modelos de pequeno porte (abaixo de 15 kg) por atingir tempo de voo muito superior (Al-Garni, 2022; Bode, 2023). A Figura 8

apresenta o modelo *Phoenix Ghost*.

**FIGURA 8 – Munição vagante *Phoenix Ghost***



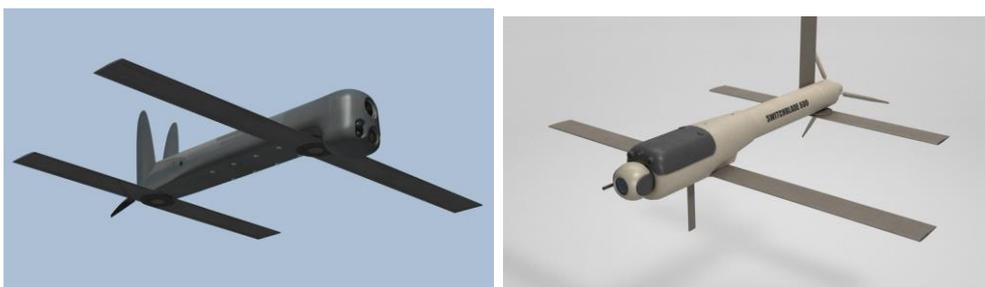
Fonte: Turbosquid (2024).

Entre todos os modelos empregados no conflito, os da família *Switchblade*, apresentados na Figura 9, fabricados pela empresa norte-americana Aerovironment, são os que mais possuem informações sobre seu emprego e dados técnicos publicados na literatura e divulgados pelos fabricantes. A Ucrânia tem empregado o *Switchblade* 300, de efeito antipessoal e contra veículos leves, e o *Switchblade* 600, contra alvos blindados (Al-Garni, 2022).

Ambos possuem características semelhantes, tais como lançamento por tubo pneumático, motor elétrico, sistema de navegação via GPS, possibilidade de operar automaticamente, com auxílio de câmera, ou de forma autônoma, com confirmação de ataque pelo operador após identificação do alvo, tecnologia *human-in-the-loop*. Além disso possuem sensores óptico-eletrônico e infravermelho para guiar ataques a alvos em movimento e possibilidades de identificação, reconhecimento e vigilância (Bode, 2023).

As principais diferenças estão relacionadas ao peso, alcance, tempo de voo e cabeça de guerra. A cabeça de guerra do *Switchblade* 300 é alto explosiva de fragmentação, da empresa Orbital ATK, empregada também para fabricação de granadas de 155 mm guiadas por GPS, enquanto que o *Switchblade* 600 possui uma ogiva do modelo ATGM (Antitank Guided Missile), a mesma utilizada no míssil anticarro Javelin (Piotrowski, 2022; Bode, 2023; Keller, 2017).

A literatura tem reportado que estes SMRP são difíceis de serem detectados por defesas antiaéreas convencionais russas, em razão de sua baixa assinatura térmica e acústica, proporcionada pelo motor elétrico (Pochmann, 2023; Al-Garni, 2022).

**FIGURA 9 – Munição vagante *Switchblade 300* e *Switchblade 600***

**Fonte:** Turbosquid (2024).

O último SMRP a ser apresentado é o *Warmate 1*, apresentado na Figura 10, adquirido pela Ucrânia da empresa polonesa WB Electronics (Altmann, 2023). O equipamento possui câmera de visão noturna e cabeça de guerra com efeito termobárico, alto explosiva antipessoal e anticarro (Bode, 2023).

A fabricante apresenta modos diferentes de operação autônoma desta munição vagante, sendo um de deslocamento mais lento à procura de um alvo, e outro de forma rápida na direção do alvo especificado pelo operador, ambos com a tecnologia *human-in-the-loop*, visando responsabilizar o operador pela decisão. Além disso, dez munições podem ser empregadas simultaneamente em um ataque coordenado por um único operador (WB Group, 2024).

**FIGURA 10 – Munição vagante *Warmate 1***

**Fonte:** Turbosquid (2024).

#### 4.3 DISCUSSÃO SOBRE OS SMRP EMPREGADOS NO CONFLITO

O Quadro 3 apresenta uma síntese das características e possibilidades dos SMRP empregados por Rússia e Ucrânia no atual conflito.

**QUADRO 3 –Características e possibilidades dos SMRP empregados pela Rússia (fundo vermelho) e Ucrânia (fundo azul)**

Nome	Class	Peso (kg)	Vel (km/h)	Voo (min)	Alc (km)	Alti (m)	Motor	Lanç	Asa	Operação	Emprego	Ref
<i>KUB-BLA</i>	Drone suicida	3,0	130	30	40	4.000	Elétrico	Lançador individual	Delta	Automática	Alvo estático Pes	a,b,c,d
<i>Lancet-3</i>	Munição vagante	12,0	80 - 110	30 - 40	40	5.000	Elétrico	Lançador individual	Cruciforme	Autônoma	Alvo móvel Bld, Sist A e Inst	a,b,d,e,f,g
<i>Shahed 131</i>	Drone suicida	135	120 - 185	-	900	4.000	Pistão	Lançador múltiplo	Delta	Automática	Inst	a,h,i,k,k,l,m
<i>Shahed 136</i>		200		-	2.000							
ST-35	Munição vagante	9,5	120 - 140	60	30	1.200	Elétrico	Decolagem vertical	Mult rotor	Automática	Alvo estático Bld, Sist A e Inst	c, p
RAM II	Munição vagante	-	-	55	30	6.000	Elétrico	Catapulta	Convl	Automática	Alvo estático Bld, Pes, Sist A e Inst	d, q
<i>Phoenix Ghost</i>	Munição vagante	-	-	360	-	-	-	Decolagem vertical	Convl	Autônoma	-	a, b
<i>Switchblade 300</i>	Munição vagante	1,7	160	20	30	150	Elétrico	Tubo pneumático	<i>Tandem</i>	Autônoma	Alvo móvel Pes	a, b, k, h, r, s
<i>Switchblade 600</i>		15	185	40	40	4.500					Alvo móvel Bld	
<i>Warmate 1</i>	Munição vagante	5,3	150	60 - 70	15 - 30	3.000	Elétrico	Tubo pneumático	Convl	Autônoma	Alvo móvel Pes ou Bld	a, h n, o, t

**Fonte:** a. Bode, 2023; b. Al-Garni, 2022; c. Deveraux, 2022; d. Voskuijl, 2022; e. Meaker, 2023; f. Faragasso, 2023; g. Rowland, 2022; h. Brantly, 2023; i. Blakcori, 2022; j. Kunertova, 2022; k. Eslami, 2022; l. Zampronha; Albuquerque, 2024; m. TRADOC, 2024; n. Altmann; Suter, 2023; o. Piotrowski, 2022; p. Athlonavia, 2024; q. CDET, 2024; r. Aerovironment, 2024a; s. Aerovironment, 2024b; t. WB Group, 2024.

As abreviaturas utilizadas no Quadro 3 estão de acordo com o Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas (Brasil, 2021).

Com base na classificação adotada pela OTAN para veículos não tripulados (NATO, 2017), pode-se classificar a maioria dos SMRP empregados na guerra entre Rússia e Ucrânia como de categoria 1, por terem peso inferior a 150 kg, em uma faixa entre 1,7 e 15 kg. A exceção aplica-se aos modelos iranianos *Shahed* 131 e 136, que pesam 135 e 200 kg, respectivamente.

Esta característica evidencia a principal diferença quanto ao emprego destes SMRP e aos tipos de sistemas integrados ao modelo de munição remotamente pilotada (MRP). O *Shahed* carrega mais explosivos para causar danos a infraestruturas de maior porte, enquanto os demais modelos são destinados a ataques precisos contra alvos de pequeno vulto como tropas, abrigos, sistemas de armas ou carros de combate.

A média da velocidade de deslocamento dos SMRP apresentados é de 145 km/h, cerca de um décimo da velocidade do míssil RBS 70. Isto denota que estes equipamentos são muito vulneráveis a sistemas de defesa antiaérea. No entanto, tanto Rússia e Ucrânia têm feito emprego amplo destes sistemas, porque exigem de quem se defende o emprego de munições antiaéreas de precisão muito mais dispendiosas que as MRP.

Convém destacar também que a maior parte dos SMRP apresentados tem teto de voo acima de 4.000 m, faixa que abrange os limites de alcance da maioria os sistemas de defesa antiaérea brasileiros, tais como o canhão 35 mm Gepard (5.000 m), o canhão 40 mm L/70 Bofors (4.000 m), os mísseis RBS 70 (4.000 m) e IGLA-S (5.200 m) (Fonseca, 2019). Apenas o *RAM II*, com 6.000 m de teto de voo, supera o alcance de todos os tipos de munição antiaérea do sistema brasileiro, demonstrando que essa possibilidade pode ser um requisito operacional a ser definido em um processo de aquisição ou desenvolvimento de SMRP, com a finalidade de suprimir os sistemas de defesa antiaérea do inimigo.

Outra peculiaridade do SMRP é a natureza portátil da maioria das munições, permitindo que pequenas unidades táticas lancem o equipamento de forma dissimulada e sem o uso de aeródromos para obtenção de efeitos, como surpresa, letalidade seletiva, superioridade aérea e de poder de combate. Entre

os modelos apresentados, o *Switchblade* 300 é o de menor tamanho, tendo como limitação baixo teto de voo, sendo mais efetivo no combate aproximado.

Os modelos *Shahed* apresentam vantagem considerável quanto ao alcance, pois atingem distâncias superiores a 900 km, porém é reportada na literatura sua baixa efetividade, em razão de o sistema de defesa aérea ucraniano ter abatido mais de 80% dos *Shahed* lançados pela Rússia (Blakcori, 2022; Kunertova, 2022). Esta vulnerabilidade é causada, em parte, pelo ruído e calor gerado pelo motor a gasolina, geralmente utilizado em modelos de veículos não tripulados acima de 40 kg (Zampronha; Albuquerque, 2024).

Quanto ao sistema de lançamento, os SMRP com decolagem vertical ou tubo pneumático oferecem maior mobilidade durante deslocamentos não motorizados, sendo muito utilizados pelos ucranianos nas linhas de contato. Já os SMRP lançados sobre trilho empregando carga propulsora ou mecanismo de catapulta dependem de uma plataforma mais pesada e maior, o que reduz sua mobilidade.

#### 4.4 DISCUSSÃO SOBRE AS POSSIBILIDADES DOS SMRP DO CONFLITO E O PROCESSO DE OBTENÇÃO DO EXÉRCITO

O SMRP é um sistema de material de emprego militar composto por diversas tecnologias integradas que atendem aos requisitos operacionais concebidos inicialmente, os quais são consubstanciados em um produto avaliado sob um ambiente operacional relevante, com possibilidades e limitações que irão influenciar na sua aplicação e na gestão do seu ciclo de vida.

No ano de 2023 o Comando Operações Terrestres (COTER) do EB aprovou a Portaria - COTER/C Ex nº 324, de 30 de agosto de 2023, sobre a Diretriz para a Experimentação Doutrinária do Sistema de Munições Remotamente Pilotadas Categorias 1 e 2 (SMRP Cat 1 e 2) (Brasil, 2023). Nesta Portaria consta como documentos básicos a Portaria nº 215-COTER, de 31 de agosto de 2022, de acesso restrito, que aprovou as Condicionantes Doutrinárias e Operacionais dos Sistemas de Munições Remotamente Pilotadas (CONDOP nº 03/2022).

A Portaria - COTER/C Ex nº 324, de 30 de agosto de 2023, foi revogada pela Portaria – COTER/C Ex nº 425, de 12 de abril de 2024. No entanto, o documento revogado continua sendo uma referência para este trabalho, a fim de analisar os requisitos operacionais elaborados inicialmente pelo Exército para sua primeira aquisição de SMRP.

Um dos requisitos operacionais apresentados para o SMRP Cat 1 é de que este artefato seja portátil. Ao avaliar o Quadro 3, no que tange ao peso de cada SMRP, verifica-se que, com exceção às MRP *Shahed*, todas as demais possuem menos de 15 kg, sendo, dessa forma, portáteis. Mesmo as lançadas sobre trilho por meio de uma catapulta, como os modelos *KUB-BLA*, *Lancet-3* e *RAM II*, são transportáveis por dois homens, como pode ser visto em vídeos na *internet*.

No que diz respeito ao requisito operacional que exige uma estação de controle de solo e transmissão de dados com *data link* e antena direcional para a função C<sup>2</sup>, os modelos *Shahed* e *KUB-BLA* não atendem ao mesmo, pois são SMRP do tipo drone suicida, os quais não possuem comunicação com um controlador enquanto desenvolvem sua trajetória até o alvo, que pode estar distante até 2.000 km. Cabe ressaltar que a maioria dos equipamentos possui alcance de comunicação acima de 30 km, sendo conveniente, portanto, aumentar o limite inferior de 10 para 30 km, a fim de ampliar a área de atuação do SMRP durante o seu emprego.

Na definição do requisito relacionado ao lançamento do SMRP é especificado que junto com o SMRP deve ser fornecido um equipamento de lançamento. No entanto, o modelo ST-35 decola verticalmente, semelhante a um helicóptero, podendo ser empregado sem equipamento de lançamento. Dessa forma, na definição deste requisito pode ser incluído que o SMRP deve ser capaz de decolar, com ou sem auxílio de equipamento de lançamento, a fim de não restringir a aquisição ou desenvolvimento de modelos como o ST-35, o qual na literatura destaca-se dos demais nas operações urbanas, pela facilidade de ser lançado em ambientes com restrição de espaços abertos.

Quanto à cabeça de guerra da munição, o requisito operacional estabelecido pelo Exército exige uma cabeça inerte para Cat 1, e alto-explosiva anticarro e multipropósito para Cat 2. Por estarem sendo empregados em uma guerra, nenhum SMRP usado por Rússia ou Ucrânia tem cabeça inerte. Já para

Cat 2, o *Lancet-3*, *Switchblade 600*, *Warmate 1*, RAM II, ST-35, são de emprego contra alvos blindados, instalações e sistemas de armas, atendendo ao requisito previsto. É apropriado na definição do requisito especificar se a MRP deve ser capaz de atingir alvos móveis ou não, já que alguns modelos como o *Lancet-3*, *Switchblade 600*, *Warmate 1* oferecem esta possibilidade.

No requisito para o sistema C<sup>2</sup> do SMRP Cat 2 são especificados três alcances distintos, que variam de acordo com o tipo de antena. Para o maior valor, nenhum equipamento empregado no conflito entre Rússia e Ucrânia atende ao requisito. Portanto, pode ser conveniente avaliar a necessidade de reduzir o valor máximo de alcance de comunicação para que seja possível concluir o processo de aquisição do SMRP pelo EB.

Com base na análise acima e nas possibilidades e limitações dos SMRP empregados por Rússia ou Ucrânia, pode-se concluir quais são os equipamentos que atendem a cada requisito operacional apresentado na iniciativa de obtenção de SMRP Cat 1 e Cat 2 pelo Exército, conforme apresentado no Quadro 4:

**QUADRO 4 – Avaliação dos SMRP segundo requisitos operacionais para Cat 1 (fundo vermelho) e Cat 2 (fundo azul)**

<b>Categoria</b>	<b>Requisito Operacional</b>	<b>KUB-BLA</b>	<b>Lancet-3</b>	<b>Shahed 131</b>	<b>Shahed 136</b>	<b>ST-35</b>	<b>RAM II</b>	<b>Phoenix Ghost</b>	<b>Switchblade 300</b>	<b>Switchblade 600</b>	<b>Warmate 1</b>
1	Munição portátil e/ou inerte.	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S
	Estação de controle de solo e transmissão de dados com <i>data link</i> e antena direcional com alcance de 10 km.	N	S	N	N	S	S	S	S	S	S
	Equipamento de lançamento.	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S
	Acondicionador para transporte dos mísseis e demais subsistemas.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2	Munição de médio alcance alto-explosiva anticarro e multipropósito.	N	S	N	N	S	S	N	N	S	S
	Estação de controle de solo e transmissão de dados com <i>data link</i> e antena omnidirecional de alcance de 5 km, antena direcional com alcance de 10 km e antena parabólica com alcance de 60 km.	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Equipamento de lançamento.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Acondicionador para transporte dos mísseis e demais subsistemas.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Fonte: elaborado pelo autor.

Legenda: S (sim); N (não).

Pode ser verificado no Quadro 4 que para a Cat 1 há modelos que atendem aos requisitos operacionais do Exército, enquanto para a Cat 2 não há SMRP que atenda a todos os requisitos, em virtude do alcance de comunicação de 60 km ser superior ao de todos os equipamentos apresentados.

Portanto, a partir da apresentação das possibilidades e limitações dos SMRP empregados por Rússia e Ucrânia no atual conflito entre estes países, é possível verificar que a Portaria sobre a Diretriz para a Experimentação Doutrinária do Sistema de Munições Remotamente Pilotadas Categorias 1 e 2 pode ser atualizada, acrescentando informações que especifiquem melhor as possibilidades desejadas, conforme lista abaixo:

a. Especificar se a munição deve vagar ou não sobre o alvo. Para decisão sobre essa especificação, deve-se considerar que no conflito entre Rússia e Ucrânia, dos dez modelos distintos empregados, sete são munições vagantes, demonstrando que esta tecnologia tem sido priorizada no emprego deste material.

b. Especificar o modo de operação da munição, ou seja, se ela se desloca e obtém alvos de forma autônoma ou automática. Cabe destacar que a maioria das munições empregadas no conflito, principalmente todas as fornecidas à Ucrânia por países que integram a OTAN, operam de forma autônoma, com intervenção do operador (*human-in-the-loop*) para decidir pelo ataque ou não, caracterizando que essa possibilidade tem sido buscada por potências militares como os EUA.

c. Especificar se a munição deve possuir capacidade de atacar o alvo em deslocamento. Esta possibilidade aumenta a efetividade dos ataques, principalmente contra carros de combate.

d. Especificar a velocidade de deslocamento e velocidade final de ataque, buscando evitar modelos de baixa velocidade, a fim de dificultar sua neutralização.

e. Especificar os sistemas de navegação por satélite compatíveis com o SMRP. Dos modelos encontrados, o *KUB-BLA*, fabricado pela Rússia, é citado como menos vulnerável à guerra eletrônica, por ser compatível com quatro satélites distintos.

#### 4.5 POTENCIAIS EMPRESAS BRASILEIRAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE SMRP

O SMRP é um artefato de guerra não reutilizável, com características muito similares às de um SARP, tendo como principal distinção a integração ao seu sistema de uma cabeça de guerra. Já o SARP, quando possui a possibilidade de realizar um ataque, carrega e lança uma granada ou míssil sobre o alvo, podendo ser reutilizado.

O Brasil já possui diversas empresas que fabricam SARP com a finalidade de atender às demandas do agronegócio, geotecnologia, segurança e defesa, e da logística. Em uma feira especializada em drones realizada neste ano em São Paulo, capital (Mundogeo, 2024), e em notícias de revistas especializadas em defesa, foi possível identificar empresas que fabricam SARP ou já possuem projetos de desenvolvimento de SMRP no Brasil (Infodefensa.com, 2021; Cavok, 2023). Devido às semelhanças já apresentadas entre o SARP e o SMRP, pode-se identificar nas empresas apresentadas no Quadro 5, potenciais fabricantes de SMRP autóctone brasileiro:

**QUADRO 5 – Empresas fabricantes de SARP no Brasil**

<b>Nome</b>	<b>SARP</b>	<b>Aplicação</b>
Xmrobots	Nauru 1000C, Nauru 500C	Segurança e Defesa
Nuvem UAV	Spectral 2	Geotecnologia
Skydrones	Pelicano	Agronegócio
Ad Tech	Harpia	Segurança e Defesa
Moya Aero	Moya	Agronegócio e Logística
Agrobee	Agrobee 900, 500 e 200	Agronegócio
Mc Jee	Anshar	Segurança e Defesa
Stella Tecnologia	Atobá, Condor e Albatroz	Segurança e Defesa
SIATT e Turbomachine	Tupan 300	Segurança e Defesa
AEL Sistemas	Hermes 450	Segurança e Defesa
FT Sistemas	Horus	Segurança e Defesa

**Fonte:** elaborado pelo autor.

Os SARP apresentados possuem diversas tecnologias encontradas nos modelos de SMRP empregados no conflito, sendo que em alguns equipamentos

têm inovações não evidenciadas nos modelos empregados por Rússia ou Ucrânia.

O modelo da Xrobots, por exemplo, tem motor híbrido com autonomia de 10 h, decola verticalmente, possui optrônicos no espectro visível, infravermelho médio, telerômetro laser e designador laser para missões de IRVA. O Nauru 1000C pesa 150 kg, enquanto o 500C 25 kg (Xrobots, 2024a; 2024b).

O Harpia possui algumas tecnologias do Nauru, com alcance de comunicação de até 200 km, altitude de 5 km, peso de 23 kg, podendo chegar à velocidade de 150 km/h (Adtech, 2024).

O Anshar é apresentado como o primeiro drone kamikaze em desenvolvimento no Brasil pela Empresa de Defesa Mc Jee, localizada em São José dos Campos. O dispositivo não consta ainda como um produto do portfólio da empresa (Cavok, 2023).

O Atobá possui capacidade de carregar até 150 kg, sendo movido à gasolina, tem teto de voo de 5 km, velocidade máxima de 190 km/h, duração de voo de 20 h, com capacidade de embarcar diferentes sensores. O Condor voa a 7 km de altura, podendo carregar até 390 kg de carga útil por 40 h, a uma distância viável de comunicação de 250 km. O Albatroz é o menor entre os três, com carga útil de 60 kg durante 12 h. Todos são movidos à gasolina (Stella Tecnologia 2024a; 2024b; 2024c).

O Hermes 450 da empresa AEL Sistemas é um SARP desenvolvido para IRVA, com autonomia de 17 h (AEL Sistemas, 2024). Há registro também de a empresa FT Sistemas ter produzido o SARP Horus sob demanda do EB (Defesanet, 2014). No entanto, não foram encontradas informações atualizadas sobre o equipamento.

Da análise realizada com base no Quadro 4, verifica-se que a maioria dos SARP são vocacionados para a atividade de Segurança e Defesa, haja vista os problemas relacionados a esse setor que o Brasil enfrenta há longa data e suas características geográficas que exigem o emprego de tecnologia de sensoriamento remoto para atividades de combate ao crime organizado. Estes SARP são os mais apropriados para um projeto de incorporação do subsistema contendo uma cabeça de guerra, pois já embarcam outros subsistemas de comunicações, guiamento e sensoriamento empregados nas missões de IRVA.

O interesse de outros órgãos públicos e privados pelo SARP para

diferentes atividades de segurança ou econômica criam uma dualidade muito útil para o aumento de escala produtiva de um sistema dual SARP – SMRP, contribuindo para o crescimento e a sustentabilidade da BID brasileira vocacionada para este setor, reduzindo a dependência das grandes aquisições capitaneadas pelas Forças Armadas.

Desta forma, verifica-se nas empresas fabricantes de SARP para Segurança e Defesa supracitadas um grande potencial para produção de SMRP autóctone brasileiro de interesse do Exército, com destaque para a empresa Mc Jee, a qual já possui projeto em andamento para fabricação de munição remotamente pilotada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas não tripulados com os avanços da Inteligência Artificial e da computação quântica darão um salto tecnológico que poderá no futuro reformar as sociedades, os Estados e as Forças Armadas, promovendo efeitos nas suas táticas e doutrinas, resultando em uma revolução de assuntos militares para as instituições que se mantiverem intelectualmente alertas.

O emprego massivo de munições remotamente pilotadas no conflito entre Rússia e Ucrânia tem revelado a pressão que a evolução tecnológica de SMEM disruptivos exercem sobre os processos de atualização doutrinária das Forças Armadas, devido ao aumento do poder de combate gerado.

As possibilidades e limitações dos SMRP apresentadas e analisadas no trabalho demonstram que este artefato bélico pode ser dividido em duas categorias. Uma delas com menos tecnologia embarcada, mas com capacidade de transportar grandes quantidades de explosivos a distâncias de até 2.000 km, excelente para debilitar a infraestrutura estratégica inimiga. Enquanto a outra possui mais subsistemas de guiamento, comunicação e navegação que permitem ataques precisos e coordenados contra alvos no nível operacional e tático, influenciando diretamente na mobilidade e no moral do inimigo.

A definição dos requisitos operacionais e técnicos necessários para a obtenção, seja por meio de aquisição ou desenvolvimento, deve definir possibilidades desejadas dos SMRP como tipo de alvo (blindado ou não, estático ou móvel), sistema de navegação e guiamento, contramedidas eletrônicas, modo de operação, quantidade de explosivo transportado, alcance, teto de voo, velocidade, a fim de que o projeto de geração desta nova capacidade operacional seja bem sucedido.

Os danos causados a estruturas de grande valor e a equipamentos militares de alto valor agregado empregando um material de baixo custo revelam a necessidade de este vetor aéreo de ataque ser incluído no rol de produtos estratégicos a serem obtidos pelo EB, e de retomar o processo de experimentação doutrinária de SMRP conduzido pelo Comando de Operações Terrestre.

Os sistemas não-tripulados, dada sua vasta gama de aplicações civis, tem

caráter eminentemente dual, evitando que mesmo com a baixa demanda governamental por produtos de defesa, seja possível manter a produção industrial para atender o mercado civil, garantindo o retorno dos custos com investimento em pesquisa e desenvolvimento necessários, contribuindo para a sustentabilidade da produção de produtos estratégicos de defesa.

O Brasil possui empresas fabricantes de SARP que são empregados na agricultura, atividades de geoinformação, de segurança e defesa, que atendem a um mercado crescente por produtos de alta tecnologia que otimizem processos e reduzam a necessidade de mão de obra.

O aproveitamento desta oportunidade para desenvolver SMRP autóctone por meio da BID brasileira deve incluir como riscos a possibilidade de embargos ao fornecimento de componentes importados que têm sua comercialização autorizada para uso civil, mas que podem ser negados para atender interesses militares.

A iniciativa de projetos para o desenvolvimento de um SMRP autóctone pelo Departamento de Ciência e Tecnologia pode considerar como medidas para contornar problemas de cerceamento tecnológico a busca por acordos de cooperação junto à Força Aérea Brasileira, utilizando a expertise do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de vetores aéreos.

Muitas das empresas com potencial para desenvolver o SMRP apresentados no trabalho estão localizadas no Parque Tecnológico de São José dos Campos, como resultado da longa relação de inovação entre indústria, academia e governo, a qual permitiu o Brasil ser um dos grandes produtores de aviões do mundo.

Desta forma, conclui-se que SMRP é um equipamento com possibilidades que atende bem a concepção estratégica de defesa brasileira de inibir eventuais ameaças por meio da dissuasão. O desenvolvimento de uma base industrial com capacidade de produzir SMRP autônomos que atacam múltiplos alvos móveis ou estáticos simultaneamente, de grande alcance, baixa vulnerabilidade à guerra eletrônica e furtivo às defesas antiaéreas irá fornecer ao Brasil importante tecnologia em prol da defesa de sua soberania e de seus interesses nacionais, justificando um esforço conjunto das Forças Armadas para fomentar este projeto estratégico para o país.

## REFERÊNCIAS

ADTECH. **Harpia**. 2024. Disponível em: <https://adtechsd.com.br/harpia/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

AEL SISTEMAS. **Hermes 450**. 2024. Disponível em: <https://www.ael.com.br/hermes-450.html>. Acesso em: 02 set. 2024.

AEROEXPO. **Drone profissional FT-100 FH**. 2024. Disponível em: <https://www.aeroexpo.online/pt/prod/flight-technologies/product-181379-36865.html>. Acesso em 15 maio 2024.

AEROVIRONMENT. **Switchblade 300 Block 20**. 2024a. Disponível em: <https://www.avinc.com/lms/switchblade>. Acesso em: 17 jul. 2024.

AEROVIRONMENT. **Switchblade 600**. 2024b. Disponível em: <https://www.avinc.com/lms/switchblade-600>. Acesso em: 17 jul. 2024.

AGROBEE. **Agrobee drone de pulverização agrícola**. 2024. Disponível em: <https://agrobee.tec.br/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

AL-GARNI, Ahmed Daifullah. Drones in the Ukrainian War: Will They Be an Effective Weapon in Future Wars. 2022. **Rasanah study**.

ALTMANN, Jürgen; SUTER, Dieter. Small and Very Small Armed Aircraft and Missiles: Trends in Technology and Preventive Arms Control. 2023.

ALVES, Wallace Affonso. **CONSTRUÇÃO DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA E DE INOVAÇÃO EM SISTEMAS NÃO-TRIPULADOS NA SEGUNDA GUERRA ENTRE ARMÊNIA E AZERBAIJÃO, PELO CONTROLE DE NAGORNO-KARABAKH, E NA OPERAÇÃO ESPECIAL DA FEDERAÇÃO RUSSA NA UCRÂNIA: lições para o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz)**. 2023. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia, Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2023.

ATHLONAVIA. **ST-35 Silent Thunder**. 2024. Disponível em: <https://athlonavia.com/en/st-35-silent-thunder/>. Acesso em: 17 jul. 2024.

BALKAN, Serkan. A Global Battlefield? Rising Drone Capabilities of Non-State Armed Groups and Terrorist Organizations. 2019. **SETA Foundation for Political, Economic and Social Research, Istanbul**.

BLAKCORI, N. et al. The Evolving UAS Threat: Lessons from the Russian-Ukrainian War Since 2022 on Future Air Defence Challenges and Requirements. 2024. **NATO, Integrated Air and Missile Defence Center of Excellence**.

BODE, Ingvild; WATTS, Tom F.A. **Loitering Munitions and Unpredictability: Autonomy in Weapon Systems and Challenges to Human Control**. 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/371351342\\_Loitering\\_Munitions\\_and\\_](https://www.researchgate.net/publication/371351342_Loitering_Munitions_and_)

Unpredictability\_Autonomy\_in\_Weapon\_Systems\_and\_Challenges\_to\_Human\_Control. Acesso em 24 abr. 2024.

BRANTLY, Aaron. **Ukraine War OSINT Analysis: A Collaborative Student Report**. 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/370500100\\_Ukraine\\_War\\_OSINT\\_Analysis\\_A\\_Collaborative\\_Student\\_Report](https://www.researchgate.net/publication/370500100_Ukraine_War_OSINT_Analysis_A_Collaborative_Student_Report). Acesso em 05 jun. 2024

BRASIL. Exército. Portaria COTER/C Ex nº 324, de 30 de agosto de 2023. Aprova a Diretriz para a Experimentação Doutrinária do Sistema de Munições Remotamente Pilotadas Categorias 1 e 2 (Smrp Catg 1 e 2) (EB70- D-10.023), 1ª ed. **Boletim do Exército**, Brasília, DF, n. 38, p. 31, 22 set 2023.

BRASIL. Exército. Portaria – COTER/C Ex nº 425, de 12 de abril de 2024. Revoga a Diretriz para a Experimentação Doutrinária do Sistema de Munições Remotamente Pilotadas Categorias 1 e 2 (SMRP Catg 1 e 2) (EB70-D-10.023), 1ª Edição, 2023, e dá outras providências. **Boletim do Exército**, Brasília, DF, n. 17, p. 28, 26 abr 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Glossário das Forças Armadas (MD35-G-01). 5ª ed. Brasília, 2015. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2021, 21 jan 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas (MD33-M-02). 4ª ed. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2021, 4 out 2021.

CAVOK. **Empresa brasileira Mac Jee revela protótipo de drone kamikase**. 2023. Disponível em: [https://www.cavok.com.br/empresa-brasileira-mac-jee-revela-prototipo-de-drone-kamikase#google\\_vignette](https://www.cavok.com.br/empresa-brasileira-mac-jee-revela-prototipo-de-drone-kamikase#google_vignette). Acesso em: 02 set. 2024.

CDET. **RAM II UAV**. 2024. Disponível em: <https://ramuav.com/>. Acesso em: 17 jul. 2024.

DEVERAUX, Brennan. **LOITERING MUNITIONS IN UKRAINE AND BEYOND**. War On The Rocks, Texas, 2022. Disponível em: <https://warontherocks.com/2022/04/loitering-munitions-in-ukraine-and>. Acesso em 21 abr. 2024.

EGOZIE A. **The first loitering weapon systems war**. Israel Homeland Security. 2020. Disponível em: <https://i-hls.com/archives/104545>. Acesso em 24 abr. 2024.

ESLAMI, Mohammad. Iran's drone supply to Russia and changing dynamics of the Ukraine war. **Journal for Peace and Nuclear Disarmament**, v. 5, n. 2, p. 507-518, 2022.

EXPRESS, Defense (org.). **Rare russia's Kub-BLA Drone Received a Modernized Warhead**. 2024. Disponível em: [https://en.defence-ua.com/weapon\\_and\\_tech/rare\\_russias\\_kub\\_bla\\_drone\\_received\\_a\\_modernized\\_warhead-9074.html](https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/rare_russias_kub_bla_drone_received_a_modernized_warhead-9074.html). Acesso em 14 maio 2024.

FARAGASSO, Spencer. **Russian Lancet-3 Kamikaze Drone Filled with Foreign Parts. Western Parts Enable Russian Lancet-3 Drone to Have Advanced Targeting and Anti-jamming Capabilities.** 2023. Institute for Science and International Security.

FONSECA, Daniel dos Reis Silva. **Um Estudo Sobre Bateria Antiaérea Orgânica de Brigada de Infantaria Mecanizada.** Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro – RJ, 2019.

FRIESE, Larry. **Emerging unmanned threats: the use of commercially-available UAVs by armed non-state actors.** 2016. Armament Research Services (ARES).

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2017.

ILIĆ, Damir; TOMAĀLEVIĆ, Vladimir. 2021. The impact of the Nagorno-Karabakh conflict in 2020 on the perception of combat drones. **Serbian Journal Of Engineering Management**, v. 6, n. 1, p. 9-21. Centre for Evaluation in Education and Science (CEON/CEES). <http://dx.doi.org/10.5937/sjem2101009i>.

INFODEFENSA.COM. **Siatt e Turbomachine avançam no desenvolvimento do UAV brasileiro Tupan 300.** 2021. Disponível em: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3056038/siatt-e-turbomachine-avancam-no-desenvolvimento-do-uav-brasileiro-tupan-300>. Acesso em: 02 set. 2024.

ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES. **Harpy NG: Anti-Radiation Loitering Weapon System.** 2019. Disponível em: <https://www.iai.co.il/drupal/sites/default/files/2019-05/HARPY%20Brochure.pdf>. Acesso em 25 abr. 2024.

JUNQUEIRA, L.; MARTINS, L. E. G.; SILVA, A. E. da. 2024. Aplicações de drones em emergências, desastres e ajuda humanitária: Uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 27, n. 1, p. 110-132. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2023.v26i3.1848.

KALLENBORN, Zachary. Seven (initial) drone warfare lessons from Ukraine. **Modern War Institute at West Point**, le, v. 5, 2022.

KELLER, John. **Orbital ATK to build add-on kits to convert artillery shells into GPS-guided smart munitions.** 2017. Disponível em: <https://www.militaryaerospace.com/rf-analog/article/16725889/orbital-atk-to-build-add-on-kits-to-convert-artillery-shells-into-gps-guided-smart-munitions>. Acesso em: 13 ago. 2024

KUNERTOVA, Dominika. 2023a. Drones have boots: learning from Russia's war in Ukraine. **Contemporary Security Policy**, v. 44, n. 4, p. 576-591. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/13523260.2023.2262792>.

KUNERTOVA, Dominika. 2023b. The war in Ukraine shows the game-changing effect of drones depends on the game. **Bulletin Of The Atomic Scientists**, v.

79, n. 2, p. 95-102. Informa UK Limited.  
<http://dx.doi.org/10.1080/00963402.2023.2178180>.

LEE, T.W. **Tecnologias Militares do Mundo**. Santa Bárbara, CA: ABC-CLIO, 2008.

MEAKER, Morgan. Ukraine's War Brings Autonomous Weapons to the Front Lines. 2023. **Wired, February**, v. 24.

MICHAELIS. **Limitação**. 2024. Disponível em:  
<https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=limita%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 09 set. 2024.

MOHER, D. 2015. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: a recomendação prisma. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 2, p. 335-342. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742015000200017>.

MOYA. **O Moya eVTOL**. 2024. Disponível em: <https://moyaaero.com/pt/produto>. Acesso em: 28 ago. 2024.

MUNDOGEO. **Planta da Feira e Expositores**: expositores dos eventos droneshow robotics, mundogeo connect, spacebr show e expo evtol. Expositores dos eventos DroneShow Robotics, MundoGEO Connect, SpaceBR Show e Expo eVTOL. 2024. Disponível em: <https://droneshowla.com/feira/>>. Acesso em: 11 jun. 2024.

NATO. 2017. STANAG 4671. **Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements, Annex**.

NICHOLS, Randall K. *et al.* **DRONE DELIVERY OF CBNRECy – DEW WEAPONS Emerging Threats of Mini-Weapons of Mass Destruction and Disruption (WMDD)**. 2022. Disponível em:  
<https://core.ac.uk/download/519832352.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2024.

NUVEM UAV. **Spectral 2**. 2024. Disponível em: <https://www.nuvemuav.com/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

PETROVIĆ, Ivan; GORDIĆ, Miodrag. 2023. Unmanned aerial systems as a revolutionary tool in modern armed conflicts. **Bastina**, n. 60, p. 281-298. Centre for Evaluation in Education and Science (CEON/CEES). <http://dx.doi.org/10.5937/bastina33-45159>.

PIOTROWSKI, Marcin A. **Military-Technical Assistance to Ukraine an Assessment of its Short- and Medium-Term Needs**. 2022. Disponível em: <https://www.ceeol.com/search/book-detail?id=1171896>. Acesso em 05 jun. 2024.

POCHMANN, Pablo Gustavo Cogo. **A ascensão dos sistemas remotamente pilotados e seu emprego na Guerra Rússia-Ucrânia em 2022**. 2023. Disponível em: <http://ebrevistas.eb.mil.br/REB/article/view/11746>. Acesso em: 04 set. 2024.

PRIGOL, E. L.; BEHRENS, M. A. 2019. **Teoria Fundamentada: metodologia aplicada na pesquisa em educação**. Educação & Realidade, v. 44, n. 3, p. e84611.

ROWLAND, Eric Allen. **Small skies: countering small UAS on a multi-domain battlefield**. 2022. Tese de Doutorado. Fort Leavenworth, KS: US Army Command and General Staff College.

SCHARRE, Paul; HOROWITZ, Michael C. **About CNAS Working Papers: Working Papers are designed to enable CNAS analysts to either engage a broader community-of-interest by disseminating preliminary research findings and policy ideas in advance of a project's final report, or to highlight the work of an ongoing project that has the potential to make an immediate impact on a critical and time-sensitive issue. An Introduction to Autonomy in Weapon Systems**. 2015. Disponível em: [https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/hero/documents/Ethical-Autonomy-Working-Paper\\_021015\\_v02.pdf](https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/hero/documents/Ethical-Autonomy-Working-Paper_021015_v02.pdf). Acesso em 24 abr. 2024.

SILVA, Glauco Peres da. **Desenho de pesquisa / Glauco Peres da Silva**. Edição revisada. -- Brasília: Enap, 2023. 119 p.

SINGER, P. W. **Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the Twenty-first Century**. New York, Penguin Press, 2009.

SKYDRONES. **Pelicano TF10L – 2023**. 2024. Disponível em: <https://skydrones.com.br/pelicano-tf10l/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

STELLA TECNOLOGIA. **Albatroz**. 2024a. Disponível em: <http://www.stellatecnologia.com/albatroz/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

STELLA TECNOLOGIA. **Atobá**. 2024b. Disponível em: <http://www.stellatecnologia.com/atoba/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

STELLA TECNOLOGIA. **Condor**. 2024c. Disponível em: <http://www.stellatecnologia.com/condor/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

STRASSBURGER, Ezequiel; ANNES; Daniel B. S. **Sistema de Munições Remotamente Pilotadas**, Centro de Instrução de Blindados, 2022. Disponível em: <https://cibld.eb.mil.br/index.php/periodicos/escotilha-do-comandante/655-escotilha-155>. Acesso em: 26 jun. 2024.

TRAINING AND DOCTRINE COMMAND (TRADOC). **Shahed-131 Iranian Kamikaze Unmanned Aerial Vehicle (UAV)**. 2024. Disponível em: <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/feaeb623b88775ab0d2bf2e8abba7ab0>. Acesso em 13 maio 2024.

TURBOSQUID. 2024. **UAV Models 3D**. Disponível em: <https://www.turbosquid.com/>. Acesso em 21 abr. 2024.

VOSKUIJL, Mark. 2022. Performance analysis and design of loitering munitions: a comprehensive technical survey of recent developments. **Defence**

**Technology**, v. 18, n. 3, p. 325-343. Elsevier BV.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.dt.2021.08.010>.

WB GROUP. **WARMATE loitering munitions**. 2024. Disponível em:  
<https://www.wbgroup.pl/en/produkt/warmate-loitering-munitions/>. Acesso em:  
17 jul. 2024.

WOLFE, F. **Aviation Today. Retrieved from Russia Unveils KUB-BLA Kamikaze Drone at IDEX 2019**. 2019. Disponível em:  
<https://www.aviationtoday.com/2019/02/21/russia-unveils-kub-bla-kamikaze-drone-idex-2019/>. Acesso em 14 maio 2024.

XMOBOTS. **Nauru 500C VTOL**. 2024a. Disponível em:  
<https://xmobots.com.br/nauru-500c-vtol/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

XMOBOTS. **Sistema Nauru 1000C**. 2024b. Disponível em:  
<https://xmobots.com.br/nauru1000c/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

ZAMPRONHA, Daniel, ALBUQUERQUE, Aline. 2024. Cheaper Precision Weapons: An Exploratory Study about the HESA Shahed 136. **Advances in Aerospace Science and Technology**, v. 9, p. 40-59. Disponível em:  
<http://dx.doi.org/10.4236/aast.2024.91004>. Acesso em 27 maio 2024.

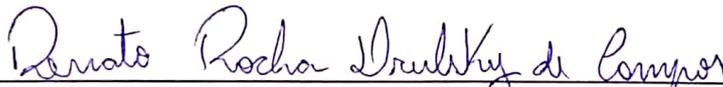
Maj QEM **HEBER JESUS DA SILVA JÚNIOR**

**Sistema de Munições Remotamente Pilotadas no conflito  
entre Rússia e Ucrânia:  
possibilidades e limitações**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de Comando e  
Estado-Maior do Exército, como requisito  
parcial para a obtenção do título de  
Especialista em Ciências Militares, com  
ênfase em Política, Estratégia e  
Administração Militar

Aprovado em 10 de outubro de 2024.

COMISSÃO AVALIADORA



Maj Art **RENATO ROCHA DRUBSKY DE CAMPOS** – Presidente  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército



Ten Cel Eng **ERIC MONIOS** – Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército



Ten Cel Inf **VICTOR BERNARDES DE FARIA** – Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

S586s

Silva Junior, Heber Jesus da

Sistema de Munições Remotamente Pilotadas no conflito entre Rússia e Ucrânia : possibilidades e limitações. / Heber Jesus da Silva Junior. - 2024.

50 f. il. 30 cm.

Orientador : Heber Jesus da Silva Junior

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2024.

Bibliografia: f. 46 - 51.

1. Munição Vagante. 2. Drone Kamikaze. 3. Guerra Rússia - Ucrânia. 4. Possibilidades. 5. Limitações. I Título

CDD 355