

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)
CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES**

Gustavo de Paula Sousa

**OS PRINCIPAIS SISTEMAS ATIVOS E PASSIVOS DE DEFESA DOS
CARROS DE COMBATE MODERNOS CONTRA O EMPREGO DE
SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)**

**Resende
2023**

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA PROFISSIONAL

TÍTULO DO TRABALHO: OS PRINCIPAIS SISTEMAS ATIVOS E PASSIVOS DE DEFESA DOS CARROS DE COMBATE MODERNOS CONTRA O EMPREGO DE SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)

AUTOR: GUSTAVO DE PAULA SOUSA

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.

Autorizo o Exército Brasileiro (EB) a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em periódico da Instituição ou outro veículo de comunicação do Exército.

A Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente será fornecida se o pedido for encaminhado por meio de uma organização militar, fazendo-se a necessária anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.

É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.

A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente pode ser feita com a autorização do autor ou da Direção de Ensino da AMAN.

Resende, 21 de agosto de 2023.



Assinatura do Cadete

Dados internacionais de catalogação na fonte

S725 SOUSA, Gustavo de Paula

Os principais sistemas ativos e passivos de defesa dos carros de combate modernos contra o emprego de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (SARP) / Gustavo de Paula Sousa – Resende; 2023. 56 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Bruno César Dalla Pozza
TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2023.

1. Sistemas de defesa. 2. SARP. 3. Guerra de Nagorno-Karabakh. 4. Guerra da Ucrânia. I. Título.

CDD: 355

Ficha catalográfica elaborada por Mônica Izabele de Jesus CRB-7/7231

Gustavo de Paula Sousa

**OS PRINCIPAIS SISTEMAS ATIVOS E PASSIVOS DE DEFESA DOS
CARROS DE COMBATE MODERNOS CONTRA O EMPREGO DE
SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Orientador: Cap Bruno César Dalla Pozza

Resende
2023

Gustavo de Paula Sousa

OS PRINCIPAIS SISTEMAS ATIVOS E PASSIVOS DE DEFESA DOS CARROS DE COMBATE MODERNOS CONTRA O EMPREGO DE SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)

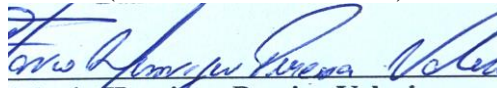
Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em 21 de agosto de 2023:

Banca Examinadora:



Bruno César Dalla Pozza - Cap
(Presidente/Orientador)



Flavio Henrique Pereira Valerio – 1º Ten



Matheus Ribeiro Soares – 1º Ten

Resende
2023

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, que me abençoou e me deu a oportunidade para que hoje eu possa estar realizando meu sonho, tornar-me oficial do Exército Brasileiro e também à minha família por sempre terem me apoiado e me estimulado a nunca deixar de correr atrás dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus pela minha vida e por me permitir chegar até aqui, trilhando um caminho privilegiado dentro das Forças Armadas, me dando a oportunidade de realizar o sonho de tornar-me Oficial de Cavalaria do Exército Brasileiro.

Aos meus pais, Bernadete e Sérgio, minha base e minhas inspirações nos momentos de maior dificuldade, agradeço pela educação ímpar que conferiram a mim e ao meu irmão, por todo amor, dedicação, apoio e pela luta diária em busca do melhor que podiam me oferecer. Jamais serei capaz de expressar tudo o que sinto por vocês e recompensar os sacrifícios desempenhados para me impulsionarem até aqui.

Ao meu irmão, Miguel, meu melhor amigo e anjo da guarda. Agradeço-te por, mesmo com tão pouca idade, já ter me ensinado tanto sobre a vida ao depositar em mim tamanha admiração, o que me inspira a ser alguém melhor e mais forte a cada dia. Espero ser sempre seu porto seguro e fonte de inspiração e exemplo. Seguiremos um pelo o outro, por toda eternidade.

Aos meus avós, meus maiores exemplos. Àqueles que já deixaram seu legado, Ernesto, Teresa e Maria Elena, tenho certeza de que em diversos momentos da formação pude sentir um pouco de cada um me protegendo seja de onde estiverem. Em especial à minha avó Maria Elena, que se fez presente nos meus pensamentos a cada vez que a primeira estrela da noite aflorava nos céus em diversos momentos singulares dessa formação. Agradeço ao meu avô Sérgio, fonte de inspiração de força e profissionalismo, que se fez presente nos momentos de maior alegria durante a formação e dividirá comigo mais um momento inesquecível no dia do aspirantado.

Agradeço ao meu tio Raul, oficial de cavalaria da turma de 1987, que me inspirou a seguir os caminhos de Osório, escolhendo a Arma de Heróis.

Aos meus camaradas da Turma Centenário da Missão Militar Francesa no Brasil, agradeço pelos momentos divididos desde o primeiro ano de formação, na EsPCEX. Em especial agradeço aos meus irmãos da arma de cavalaria que dividiram comigo o fardo durante os principais anos da formação. A nós de cavalaria, tudo!

À minha companheira de vida, Jacquelyne Lemes, pela parceria e confiança depositada em mim até aqui. Serei eternamente grato por todos os momentos que vivemos juntos até o dia dessa conquista.

Por fim, agradeço ao meu orientador, Cap Dalla Pozza, pela solicitude e por todo conhecimento transmitido.

RESUMO

OS PRINCIPAIS SISTEMAS ATIVOS E PASSIVOS DE DEFESA DOS CARROS DE COMBATE MODERNOS CONTRA O EMPREGO DE SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)

AUTOR: Gustavo de Paula Sousa
ORIENTADOR: Bruno César Dalla Pozza

O presente trabalho de conclusão de curso tem por objetivo apontar os principais sistemas de defesa ativos e passivos presentes nos carros de combate, bem como confrontar tais capacidades frente ao emprego dos Sistemas de Aeronave Remotamente Pilotadas. Durante o estudo, por meio de pesquisa eminentemente bibliográfica, foi possível mensurar as possibilidades e limitações dos supracitados sistemas de proteção mais relevantes, estabelecendo a importância desta tecnologia embarcada nos blindados modernos. Além disso, foram abordadas as concepções e interligações face à contraposição de emprego e combate dos SARP. Congênere ainda, a partir de 2020, é possível observar na escalada dos conflitos contemporâneos, como a Guerra de Nagorno-Karabakh e da Ucrânia, a absoluta superioridade de destruição dos popularmente aclamados “drones”, nos trazendo a reflexão da importância da proteção aos meios mais nobres de combate e oportunamente problematizar se os sistemas de defesa ativos e passivos estão preparados para opor a ameaça desses vetores aéreos. Conclui-se com isso que a relevância dessa monografia foi factível ao trazer como resultado a supracitada analogia de poder de fogo frente a proteção, sugerindo pertinente reflexão inclusive aos recursos disponíveis atualmente pelo Exército Brasileiro, tanto nas viaturas blindadas de combate, como nos vetores aéreos à disposição de emprego.

Palavras chave: Sistemas de Defesa. SARP. Guerra de Nagorno-Karabakh. Guerra da Ucrânia.

ABSTRACT

THE MAIN ACTIVE AND PASSIVE DEFENSE SYSTEMS OF MODERN COMBAT VEHICLES AGAINST THE USE OF REMOTELY PILOTED AIRCRAFT SYSTEMS (RPAS).

AUTHOR: Gustavo de Paula Sousa
ADVISOR: Bruno César Dalla Pozza

The present thesis aims to identify the main active and passive defense systems present in combat vehicles, as well as to confront such capabilities with the use of Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS). Through predominantly bibliographic research, it was possible to measure the possibilities and limitations of the aforementioned relevant protection systems, establishing the importance of this technology embedded in modern armored vehicles. Additionally, the concepts and interconnections were addressed in relation to the employment and combat of RPAS. Moreover, since 2020, it has been possible to observe the absolute superiority of destruction of the popularly acclaimed "drones" in the escalation of contemporary conflicts such as the Nagorno-Karabakh War and Ukraine War, bringing reflection on the importance of protecting the noblest means of combat and timely problematizing whether active and passive defense systems are prepared to counter the threat of these aerial vectors. It is concluded that the relevance of this thesis was feasible in bringing up the aforementioned analogy of firepower versus protection, suggesting pertinent reflection even on the resources currently available to the Brazilian Army, both in combat armored vehicles and in the aerial vectors available for use.

Keywords: Protection Systems. RPAS. Nagorno-Karabakh War. Ukraine War.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Soft-Kill e Hard-Kill	20
Figura 2 - APS Arena-M	21
Figura 3 - T-14 Armata.....	22
Figura 4 - SHTORA-1	23
Figura 5 - Classificação e categorias dos SARP para a F Ter	25
Figura 6 – Bayraktar TB2.....	26
Figura 7– Hermes RQ-450	27
Figura 8 – Bayraktar TB2 contra um sistema de defesa aérea russo Buk-M1-2.....	29
Figura 9– MBT Russo destruído por SARP	30
Figura 10 – SARP russo Inokhodets UCAV atinge um caminhão a ucraniano	31
Figura 11 – Dados da Guerra Nagorno-Karabakh.....	33
Figura 12 – Radar Arena-M.....	37
Figura 13 – Lateral T-72B3 equipado com Arena-M.....	38
Figura 14 – APS Afeganit	39
Figura 15 – Cortina de fumaça Shtora-1	41
Figura 16 – Ângulo de proteção Shtora-1	42
Figura 17 – Bayraktar TB2.....	43
Figura 18– Plataforma Switchblade 600	44
Figura 19 – IAI HAROP.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos Sistemas APS Arena, APS Afeganit e Shtora-1	48
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características dos SARP Bayraktar TB2, Plataforma Switchblade e IAI Harop.48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APFSDS	<i>Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot</i>
APS	Sistema de Proteção Ativa
ATGM	Anti-Tank Guided Missile
CEI	Comunidade dos Estados Independentes
FAB	Força Aérea Brasileira
F Ter	Força Terrestre
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i>
SARP	Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas
UV	Ultravioleta
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.1.2 Objetivos específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 O CONCEITO DE PROTEÇÃO DA FORÇA	17
2.1.1 Proteção Blindada	18
2.2 SISTEMAS PASSIVOS E ATIVOS DE DEFESA	19
2.2.1 Sistemas de Proteção Ativa (APS)	20
2.2.2 Sistemas de Proteção Passiva	22
2.3 SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)	24
2.4 O EMPREGO DO SARP NO ENGAJAMENTO DE BLINDADOS NOS CONFLITOS ATUAIS	27
2.4.1 O conflito de Nagorno-Karabakh	27
2.4.2 A Guerra da Ucrânia	28
2.4.3 Os SARP's em Nagorno-Karabakh e na Ucrânia	29
3 REFERENCIAL METODOLÓGICO	34
3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO	34
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	34
3.3 PROCEDIMENTOS PARA A REVISÃO DA LEITURA.....	35
3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
3.5 INSTRUMENTOS	36
4 ANÁLISE TÉCNICA	37
4.1 SISTEMAS DE DEFESA ATIVOS.....	37
4.1.1 APS Arena	37
4.1.2 APS Afganit	39
4.2 SISTEMAS DE DEFESA PASSIVOS	40
4.2.1 Shtora-1	40
4.3 PRINCIPAIS SISTEMAS DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADAS	42
4.3.1 Bayraktar TB2	42
4.3.2 Plataforma Switchblade 600	44
4.3.3 IAI Harop	45

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
4.4.1 A eficácia dos Sistemas de Defesa perante os principais SARP de ataque.....	47
5 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A evolução das doutrinas de combate dos exércitos ao redor do mundo transformou o espectro estratégico das guerras modernas. Com o surgimento de novas tecnologias envolvendo as tropas blindadas, a utilização de carros de combate se tornou fator decisivo nos campos de batalha, o que conseqüentemente fez com que os armamentos anticarro ganhassem importância, desenvolvendo-se de forma relevante. À vista disso, em todos os cenários o comandante se depara com a preocupação relativa à segurança de sua força, e o princípio da proteção representa um elemento essencial para preservar o potencial de combate e garantir a liberdade de ação daquele que procura vencer. Ademais, a competição entre a eficácia de tais armamentos e a sobrevivência das plataformas de combate adentra em um novo patamar ao ser inserido no cenário em questão os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) como estratégia de ataque, se tornando uma imponente ameaça.

Por conseguinte, o desempenho de um blindado é baseado em três preceitos basilares, sendo necessário atingir um equilíbrio entre eles para que se alcance a máxima eficiência, são eles: poder fogo, mobilidade e proteção blindada. Com relação ao último parâmetro citado, deve-se buscar o modelo de blindagem mais leve possível para que a mobilidade não seja prejudicada, porém proporcionando abrigo para a guarnição frente ao poder de fogo inimigo.

Paralelamente, se tratando de aeronaves remotamente pilotadas algumas terminologias são comumente empregadas. O termo SARP é utilizado para descrever todo equipamento operacional relacionado ao emprego de aeronaves remotamente pilotadas, incluindo a aeronave propriamente dita e a sua estação de controle de onde é operada. Já a sigla VANT está relacionada aos Veículos Aéreos Não Tripulados, ou seja, a qualquer equipamento que transite no espaço aéreo sem a presença de um ser humano a bordo. Este termo, por sua vez, é considerado obsoleto pela Organização da Aviação Civil Internacional, que prefere a adoção da sigla RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) com o intuito de normatizar e colaborar com a segurança das operações aéreas. Com o propósito de padronização de conceitos, iremos adotar a utilização do termo SARP pelo fato de ser da língua portuguesa e estar alinhado com a doutrina brasileira vigente.

A utilização de Sistemas de Aeronaves Remotamente Tripuladas é constatada nos diversos teatros de operações desde a Guerra do Vietnã, no final dos anos 1970, pelas tropas dos Estados Unidos, porém seu uso era exclusivamente para missões de reconhecimento. A partir do ano de 2001, no contexto da Guerra ao Terror, surgiu à ideia de aliar a tecnologia dos SARP com o poder de fogo de mísseis anticarro e a localização de alvos através do uso de

tecnologia de gerenciamento, consolidando-se como meio precípua de inteligência, reconhecimento, vigilância e aquisição de alvos.

Sem dúvida o engajamento de blindados e a localização de alvos através da utilização de SARP têm ganhado maior protagonismo nas últimas décadas. No conflito ocorrido na região denominada Nagorno-Karabakh, entre o Azerbaijão e a Armênia, as Forças Armadas do Azerbaijão lograram êxito ao explorarem as inúmeras possibilidades do emprego de SARP, principalmente nas funções de reconhecimento e ataque, ao serem utilizados, por exemplo, na abertura de brechas nas linhas de defesa antiaéreas inimigas, permitindo a infiltração de pequenos destacamentos azerbaijanos. Já no conflito ocorrido na Ucrânia, o expressivo número de baixas de blindados russos destruídos pela tecnologia SARP ganhou destaque no cenário mundial, uma vez que explorou a possibilidade de ataque do sistema e expôs uma grande vulnerabilidade das tropas blindadas em uma das maiores potências bélicas do mundo.

Concomitantemente à evolução das ameaças anticarro, as tecnologias de blindagem seguem a mesma linha de desenvolvimento e aprimoramento. Atualmente, os sistemas de defesa são divididos em passivos e ativos, e cada um deles possui uma particularidade com relação ao tipo de armamento ao qual oferece proteção.

Nesse sentido, levando-se em consideração os ocorridos em Nagorno-Karabakh e na Ucrânia, é oportuno problematizar: os sistemas de defesa ativos e passivos estão preparados para combater a ameaça dos SARP's aos blindados contemporâneos? Entre o universo das tecnologias dos sistemas de defesa existentes, qual oferece a maior capacidade de proteção contra os SARP's? Existe novas tecnologia no setor de defesa sendo desenvolvidas visando dirimir os danos que os carros de combate vêm sofrendo nos conflitos atuais?

Com base nesses questionamentos e a julgar pelos avanços tecnológicos ocorridos ao longo das últimas décadas na utilização dos SARP no engajamento de blindados, que vêm seguindo os conflitos ao redor do mundo, este trabalho tem por objetivo de estudo analisar comparativamente se os sistemas de defesa acompanharam a evolução dessas novas ameaças, de forma a minimizar as vulnerabilidades das tropas blindadas nos conflitos do futuro. Para isso, delimita-se a temática proposta nos principais meios blindados e tecnologias SARP's empregados em Nagorno-Karabakh e na Guerra da Ucrânia.

Esta pesquisa se justifica por primeiramente apresentar os principais sistemas ativos e passivos de defesa dos carros de combate que ensejam reflexões frente a possibilidades de implementação, cada vez mais necessária, por parte do Exército Brasileiro, ou ao menos servem de alerta oportuno contra o massivo emprego dos SARP nos combates atuais. Em um

segundo momento, partindo da análise das capacidades e possibilidades dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas no engajamento de blindados, e utilizando dados de conflitos contemporâneos como a Guerra de Nagorno-Karabakh e a Guerra da Ucrânia, suscita-se ainda como pertinente significância o impacto dessa tecnologia nos campos de batalha atuais, ofertando alternativas valorosas a emprego da nossa força.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: o segundo capítulo, materializado pelo referencial teórico, dispõe em sua primeira seção o objetivo de definir os mais empregados sistemas de defesa de blindados e suas características, apresentando a evolução das tecnologias de blindagem em consequência do surgimento de novas. A segunda seção do capítulo, apresenta o Sistema Aeronaves Remotamente Pilotadas, iniciando pela definição e distinção de suas categorias, passando pela evolução histórica e finalizando com suas capacidades e características que os tornam ameaça aos carros de combate. Por fim, a terceira seção do segundo capítulo traz dados sobre a Guerra de Nagorno-Karabakh e a Guerra da Ucrânia, conflitos contemporâneos onde a utilização dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas teve expressivo impacto sobre os carros de combate. O terceiro capítulo, materializado pelo referencial metodológico, apresenta os tipos de pesquisa que fundamentaram o desenvolvimento do trabalho e a forma com que os resultados foram analisados. Por conseguinte, o quarto capítulo esmiúça as características de cada sistema de defesa, seja ativo ou passivo, e dos SARP apresentados no segundo capítulo, concluindo em sua quarta seção com a comparação dos sistemas de defesa frente às ameaças SARP utilizadas nos conflitos em questão. Por fim, no quinto capítulo, concluiu-se com a finalidade de determinar se os objetivos levantados inicialmente foram atingidos em sua plenitude, e verificar se a hipótese se demonstrou verdadeira.

O manual EB70-MC-10.214 Vetores Aéreos da Força Terrestre foi a fonte de consulta oficial utilizada para definir o conceito de SARP. Além disso, foram utilizados artigos científicos de conclusão de curso de militares em escolas de aperfeiçoamento, artigos de jornais nacionais e internacionais acerca da utilização do SARP em conflitos armados, publicações que especificam as características dos sistemas de defesa, além de dados técnicos das empresas fabricantes dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas acerca de suas características, possibilidades e limitações.

A apresentação dos conceitos e o aprofundamento dos estudos referentes aos sistemas de defesa, tanto o sistema passivo quanto o ativo, foram baseados, sobretudo, em fontes internacionais. Periódicos como *Military Technology* e *The Journal of Electronic Defence* são exemplos de fontes de consulta internacionais atinentes ao assunto. No cenário nacional,

artigos científicos de escolas de aperfeiçoamento foram utilizados como fundamento dos dados expostos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse estudo é estabelecer uma análise comparativa entre as possibilidades e limitações dos principais sistemas ativos e passivos de defesa dos carros de combate modernos face as capacidades dos atuais Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) de ataque mais utilizados no engajamento de blindados.

1.1.2 Objetivos específicos

Com o intuito de alcançar o objetivo geral da pesquisa, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

1.1.2.1 Apresentar os principais sistemas ativos e passivos de defesa utilizados pelos blindados modernos, com ênfase nos carros de combate.

1.1.2.2 Apresentar as características e possibilidades no engajamento de blindados dos modelos de SARP Bayraktar TB2, Switchblade 300, Switchblade 600 e IAI Harop.

1.1.2.3 Apresentar o emprego e os efeitos dos SARP na Guerra da Ucrânia, até o momento, e na Guerra de Nagorno-Karabakh, analisando, através de dados numéricos, se os sistemas de defesa utilizados atualmente oferecem a proteção adequada.

1.1.2.4 Comparar os principais sistemas de defesa ativos e passivos dos Carros de Combate frente ao emprego dos SARP de ataque e concluir sobre o nível de atualização da proteção das plataformas blindadas dentro do cenário em questão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O CONCEITO DE PROTEÇÃO DA FORÇA

O conceito de proteção da força (PF) está diretamente relacionado com os riscos e ameaças existentes nos diversos teatros de operações, tendo como objetivo proporcionar pronta resposta aos ataques insurgentes de forma a minimizar as vulnerabilidades da força. A necessidade de proteger o combatente é responsabilidade de todas as Forças Armadas. (KALL, 2010, p. 129), ou seja, sempre que houver militares atuando sob condições de risco, o comando da força terrestre deve assegurar a sua proteção para o êxito das operações.

Apesar de todas as mudanças táticas derivadas da existência de ameaças imprevisíveis, as forças terrestres devem estar cada vez mais vigilantes e usar todos os seus conhecimentos para pensar no que a força opositora vai fazer e assim negar as suas intenções. (KALL, 2010). Segundo a OTAN, o conceito de PF é definido como o conjunto de medidas e meios para minimizar a vulnerabilidade de pessoal, material, instalações, operações e atividades de ameaças e perigos, a fim de preservar a liberdade de ação e eficácia operacional, contribuindo para o sucesso da missão. (*ALLIED JOINT DOCTRINE FOR PROTECTION FORCE-3.14* da OTAN, 2007, p. 1-1).

A liberdade de ação é garantida com a prevenção de ações hostis e, assim, qualquer força é capaz de manter o seu potencial de combate. A PF pode ser considerada como um sistema integrado de medidas, atitudes e meios, que visam à manutenção do potencial de combate de uma força frente aos efeitos da ação de um adversário, da própria força ou das características do meio ambiente, permitindo o seu emprego no local e momento oportunos. A Proteção da Força não é um fim em si mesmo (GOLD; HARTZOG, 2006, p. 3), ela compreende um conjunto de características particulares e ações que seguem um procedimento deliberado e dinâmico que se inicia muito antes do conflito acontecer. (KALL, 2010).

Nas operações militares, a proteção como função de combate tem como finalidade constituir-se um facilitador da manutenção da integridade da força e do seu potencial de combate, isso inclui proteger meios, pessoal e informações. (PUBLICAÇÃO DOUTRINÁRIA DO EXÉRCITO OPERAÇÕES, 2012). As viaturas blindadas necessitam de pelo menos utilizar uma blindagem para se proteger de ameaças, o que permite preservar as guarnições e as partes vitais. (SOUSA, 1985). A preocupação nos atuais conflitos é que sejam utilizadas tecnologias que assegurem proteção face às armas e minas anticarro sem tornar a

viatura pesada. Todavia, existem diferentes sistemas de proteção que são empregados para fornecer uma proteção direta ou indireta ao blindado, como será abordado a seguir.

2.1.1 Proteção Blindada

Em relação à temática dos carros de combate, precipuamente se apresenta como obra basilar o livro *Technology of Tanks* (1991) de Richard M Orgorkiewicz, no qual em 424 páginas e 16 capítulos, são apresentados todos os sistemas de uma VBC. O capítulo 15 que trata da proteção blindada mostra o longo caminho do desenvolvimento de blindagens que ingleses, americanos, soviéticos e alemães percorreram para dominarem a tecnologia:

A proteção da blindagem governa em grande parte a capacidade dos tanques de sobreviver sob fogo e, na medida em que os torna imunes a várias armas inimigas, permite que eles se movam mais livremente no campo de batalha. É, portanto, um atributo importante dos tanques e ao qual muita atenção tem sido dada, muitas vezes em detrimento de suas outras características. (1991, p. 389).

Desse modo, conceitua-se como a capacidade de um veículo de resistir a disparos de diversos tipos de armamentos e munições, sem perder suas capacidades operativas, é o que define a proteção blindada. Tal conceito passou a ter relevância a partir da Primeira Guerra Mundial e, desde então, passou a ser fator decisivo nos mais diversos teatros de operações.

A proteção blindada de suas viaturas blindadas contra fogos de armamento leve e fragmentos de granadas de morteiros e de artilharia permite a realização do combate embarcado. (C 2-1 MANUAL DE EMPREGO DA CAVALARIA, 1999).

Etimologicamente, a palavra blindagem é muito interessante. Ela vem do Indo-europeu BHLENDHOS (escuridão, confusão), que inspirou o verbo alemão BLENDEN (cegar) e o substantivo inglês BLIND (cego). Por volta do século XVII, os franceses usaram o termo BLINDER para descrever um navio que, por ter um casco reforçado, poderia, metaforicamente, passar pelos inimigos como um cego, sem tomar conhecimento deles. (ORIGEM DA PALAVRA, 2007).

Assim, quando do surgimento do carro de combate nos campos de batalha da Primeira Guerra Mundial, o termo novamente foi empregado, já que o novo invento, graças a suas chapas metálicas protetoras, também possuía a capacidade de sobreviver ao fogo inimigo e se deslocar com maior liberdade pelo campo de batalha. Este autor infere que,

como a tropa blindada brasileira foi fortemente influenciada pelo contato travado por oficiais brasileiros, entre eles o capitão José Pessoa Cavalcanti de Albuquerque, com os militares franceses durante esse grande conflito, a palavra e seu emprego foram herdados.

Desta feita, nos primeiros 40 anos de seu desenvolvimento, a blindagem dos carros de combate foi tratada e projetada quase apenas para protegê-los contra ataques balísticos e consistia apenas em aços de alta resistência.

Com o transpassar dos anos, surgiram diferentes formas de se oferecer proteção a um blindado, sendo elas tratadas conceitualmente passivas ou ativas, todas com o objetivo de mitigar os danos causados por armamentos anticarro. Os métodos variam desde as blindagens mais comuns de primeira geração, as chapas de aço homogêneo, até dispositivos que localizam, identificam e eliminam ameaças disparando munições.

Por fim, podemos referenciar que a proteção proporcionada pela blindagem é um fator de sobrevivência nos campos de batalha. O método convencional de aço é capaz de impedir danos causados por projéteis de metralhadoras, pequenos canhões e granadas alto-explosivas de artilharia. Para proteção contra munição especializada anticarro, um considerável reforço na blindagem se torna necessário, envolvendo considerável aumento de peso. (ANNES, 2017).

2.2 SISTEMAS PASSIVOS E ATIVOS DE DEFESA

Desde sempre nos conflitos, existem três capacidades essenciais para o combate terrestre: a mobilidade, capacidade para se movimentar em redor do campo de batalha para ganhar uma posição de vantagem; o poder de fogo, a capacidade para causar um golpe suficiente para matar ou desmoralizar psicologicamente o oponente; e a proteção, a capacidade para derrotar os golpes do adversário. (ANCKER III, 2012). As forças mantêm proteção através da sobrevivência e do efeito psicológico que provocam com a sua presença no CB e a proteção física fornecida pela blindagem permite sobreviver tanto a ataques esperados como inesperados. (HAIGHT; LAUNGHLIN; BERGNER, 2012).

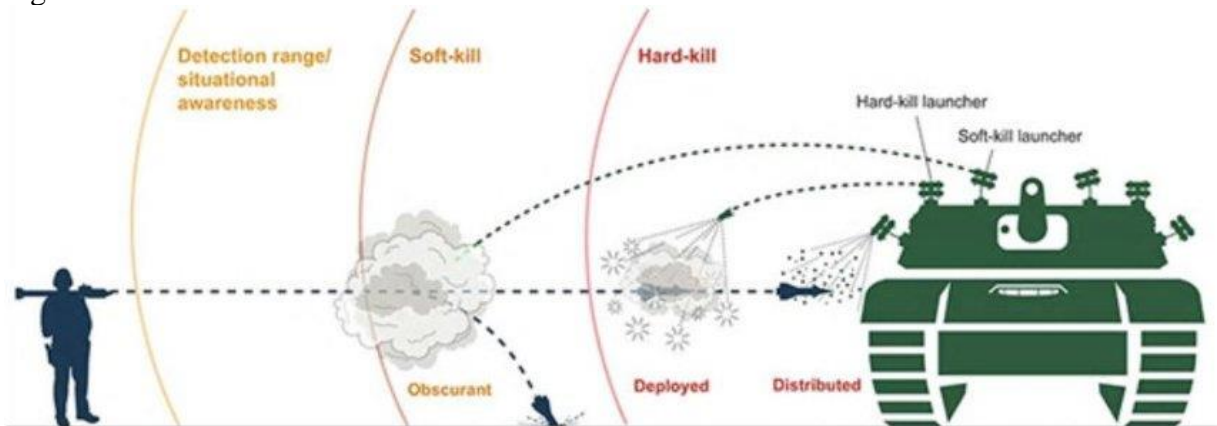
O desenvolvimento dos armamentos anticarro observado nas últimas décadas fez surgir um impasse envolvendo a limitação nos sistemas de proteção. Existem algumas restrições aos sistemas atualmente utilizados que os impedem de garantir efetivamente sobrevivência em 360°, e, ademais, qualquer adoção de blindagens mais espessas, que poderiam por si só tornar um blindado imune ao armamento adversário, afeta as outras duas características a serem preservadas, como referidas no parágrafo anterior.

A relevância da proteção das viaturas é primordial para que os sistemas de informação, de reconhecimento, de combate e de apoio às tarefas das forças operacionais funcionem em sua plenitude. Para isso, diferentes tipos de plataformas são utilizados, sendo essas dependentes de variados requisitos de proteção. A proteção como um sistema integrado está dividida em medidas e procedimentos de proteção direta e indireta. (HAUG, 2008).

As medidas ativas e passivas de defesa, utilizadas isoladamente ou em conjunto, estão enquadradas dentro do conceito de proteção direta. Este é relacionado com as consequências da estrutura blindada e também engloba outros sistemas que podem ser integrados às viaturas visando lhes aumentar a proteção.

Na tentativa de desenvolver mecanismos de proteção que façam frente às novas ameaças aos blindados dos conflitos modernos surgiram os chamados Sistemas de Proteção Ativa (*Hard-Kill*) e Sistema de Proteção Passiva de Defesa (*Soft-Kill*) (Figura 1).

Figura 1 – Soft-Kill e Hard-Kill



Fonte: Graswald, Markus & Gutser, Raphael & Breiner, Jakob & Grabner, Florian & Lehmann, Timo & Oelerich, Andrea. (2019). Defeating Modern Armor and Protection Systems. 10.1115/HVIS2019-050

2.2.1 Sistemas de Proteção Ativa (APS)

Os Sistemas de Proteção Ativa (APS), também chamados de Hard-Kill, consistem no conjunto de ações que tem o objetivo de prevenir, contrariar ou impedir as ações tomadas pela ameaça. (LINO, 2017). De acordo com Sousa (1985), a aplicação de fumos, a identificação da ameaça por identificadores de radiação e a correta utilização da mobilidade são exemplos de proteção ativa. Também se enquadram nessa classificação os APS controlados por sensores que são colocados como sistemas complementares e localizam, identificam e eliminam as ameaças antes que consigam impactar os carros de combate disparando munições contra elas.

A tecnologia dos APS propicia resposta à capacidade de múltiplos impactos pela sobreposição das áreas em torno do blindado em que podem ser lançadas as contramedidas. “A equação velocidade da ameaça/tempo de reação é um fator absolutamente crítico” (HAZELL, 2007, p. 113) e segundo Knowles e Withington (2011), quanto mais rápido o sistema responder, mais ele está apto a interceptar uma maior variedade de ameaças.

Atualmente o APS Trophy, de origem israelense, é considerado o estado da arte dos sistemas de proteção ativa de defesa. (GALANTE, 2017). Utilizando uma tecnologia de painéis de radar planos, ele detecta mísseis anticarro e granadas propulsadas por foguete (RPG's) e, uma vez que a ameaça atinja a distância de interceptação uma contramedida de múltiplos explosivos de penetração é disparada penetrando o projétil no ar, danificando sua ogiva, antes que ele alcance o carro de combate.

O desenvolvimento dos primeiros APS se deu em meados da década de 1960 a partir de uma iniciativa soviética que visava melhorar a proteção de seus blindados. Posto isso, surge o primeiro protótipo de sistema de proteção ativa, denominado Drozd, que passa a equipar, a partir de 1983, a família de blindados soviéticos T-55AD. Partindo da precursora utilização do Drozd, surge, no início da década de 1990, uma alternativa mais tecnologicamente desenvolvida, o APS Arena (Figura 2), também de fabricação soviética, que é exibido pela primeira vez sob a plataforma T-80UM1 Bars.

Figura 2 - APS Arena-M



Fonte: Noam Eshel, Defense-Update (2013)

A família de blindados de origem russa T-72 está contextualizada dentro do cenário de avanço e implementação dos sistemas de proteção ativa. O motivo está no fato da plataforma

ter sido alvo de constantes ofensivas nas Guerras de Nagorno-Karabakh e da Ucrânia onde foram utilizados SARP de ataque contra blindados. Por conseguinte, as gerações mais modernas T-72B3 e T-90, oriundas da plataforma T-72, passaram a serem produzidas com a instalação dos APS Arena-M e sua versão melhorada, Arena-E.

Os primeiros carros de combate de terceira geração do mundo também têm colocado à prova os sistemas de proteção ativa. A família T-14 Armata (Figura 3) emprega o sistema APS Afganit que dispõe de detectores que rastreiam os fótons UV do rastro deixado pelo projétil inimigo, avaliando sua velocidade e trajetória. As informações coletadas são empregadas pelo Afganit para interceptar com sucesso a ameaça recebida.

Figura 3 - T-14 Armata



Fonte: Indian Defence (2017)

2.2.2 Sistemas de Proteção Passiva

Os Sistemas de Proteção Passiva, também chamados de Soft-Kill, têm o objetivo de limitar a eficácia de um ataque ou as suas consequências. Assim o faz através do bloqueio ou obstrução da orientação de mísseis, telêmetros laser e designadores laser, com o intuito de evitar que o carro seja detectado pela ameaça inimiga. Sendo o complementar ao Hard-Kill, tal tecnologia é utilizada como primeiro recurso, uma vez que não acarreta no gasto de munições e auxilia na detecção das ameaças. Para isso algumas tarefas, tais como o treinamento, a utilização de equipamentos de proteção especializados, e o melhoramento de infraestruturas, são essenciais para a total eficácia desse tipo de sistema de proteção.

O sistema Soft-Kill, através do uso de cortinas de fumo ou outras contramedidas, pode eliminar ameaças, guiadas ou não, lançadas a partir de longas distâncias. Seu principal objetivo é confundir o mecanismo responsável por guiar o projétil inimigo, desviando-o de atingir seu alvo. Este sistema é aplicável para proteção contra armas ligeiras ou pesadas, armamento anticarro ou RPG, ativando, em poucos segundos, os mecanismos de defesa, mesmo estando a centenas de metros da nossa posição. Os Sistemas de Proteção Passivos são inadequados para as operações urbanas. (KAHL, 2010).

Um modelo dessa tecnologia de defesa passiva é o sistema Shtora-1, desenvolvido pela empresa russa Zenit Research and Production Corporation. A tecnologia foi mostrada inicialmente em um carro de combate T-80 russo e um T-84 MBT ucraniano, sendo empregada também em blindados da família T-90 MBT. Seu funcionamento dá-se através da detecção de laser de ameaça, fazendo com que lançadores de granadas fumígenas 81 mm sejam acionados, criando uma tela de aerossol externa que desvia a trajetória do projétil inimigo.

Pelo fato do sistema Shtora-1 (Figura 4) ser empregado nos blindados da família T-90, sua presença se fez constante em conflitos desde a Guerra Civil Síria até, mais recentemente, a Guerra da Ucrânia, objeto de estudo que será aprofundado mais a frente, onde a utilização de SARP de ataque contra blindados foi um importante fator de decisão no teatro de operações.

Figura 4 - SHTORA-1



Fonte: Thai Military and Asian Region (2016)

Outro modelo de tecnologia Soft-Kill é o RAVEN Countermeasure, utilizado no blindado americano M3A2 Bradley, amplamente empregado pelo Exército Americano na Guerra do Golfo. Projetado pela empresa norte americana BAE System, o sistema possui um sensor multifuncional de proteção de veículo 360° (BAE SYSTEMS, 2019) que emite ondas longas infravermelhas capazes de derrotar mísseis guiados.

2.3 SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)

O Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas é definido, segundo o Manual de Campanha EB70-MC-10.214 Vetores Aéreos da Força Terrestre 2ª Edição, por ser um veículo aéreo não tripulado, ou seja, em que o piloto não está a bordo, sendo ele controlado a distância (através de uma estação remota de pilotagem) para a execução de missões de diversas naturezas. Tal característica enquadra os SARP's na classe de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), que engloba todas as aeronaves de asa fixa ou rotativa e aeróstatos (dirigíveis) controláveis nos três eixos, que possuem carga útil embarcada e dispõe de propulsão própria. (DIÁLOGOS SETORIAIS UNIÃO EUROPEIA-BRASIL, 2016).

A definição em outros exércitos do mundo segue a mesma padronização de conceitos. O Exército dos Estados Unidos define *Unmanned Aircraft Systems* (SARP) como sendo um sistema composto por uma aeronave remotamente tripulada, sua carga útil, o elemento humano, o elemento de controle, a plataforma de sistemas de armas, seu display, a arquitetura de comunicação e logística. (*U. S. ARMY UAS CENTER OF EXCELLENCE*, 2010).

Segundo o Manual EB70-MC-10.214, as Aeronaves Remotamente Pilotadas são classificadas de acordo com diversos parâmetros baseados no desempenho, no peso, na natureza das ligações utilizadas, nos efeitos produzidos pela carga paga, nas necessidades logísticas ou no escalão responsável pelo emprego do sistema (Figura 5). Essa classificação é utilizada como referência para a seleção dos sistemas de dotação e seguem uma padronização do Ministério da Defesa. (BRASIL, 2020).

Figura 5 - Classificação e categorias dos SARP para a F Ter

Categoria (Cat)	PMD (kg)	Altitude de operação (ft/m)	Modo De Operação	Raio de Ação (km)	Autonomia (h)	Elemento de emprego	Nível de emprego
3	150-600	até 18.000 (5.500)	VLOS ou BLOS	~ 270	20 - 25	FTC	tático
2	<150	até 10.000 (3.300)		63	15	Bda	
1		até 5.000 (1.500)		27	2	U	
0		até 3.000 (900)		9	1	Até SU	

Fonte: Normas Operacionais de emprego para Aeronaves Remotamente Pilotadas pertencentes aos sistemas de material de emprego militar (SARP cat 0 a 3) (2018)

O primeiro relato histórico de emprego de uma espécie de SARP se deu em 22 de agosto de 1849 quando o exército da Áustria lançou explosivos sobre a cidade de Veneza através da utilização de balões. De maneira geral, o marco do moderno emprego do SARP nos campos de batalha passou a ser evidenciado a partir da Guerra ao Terror iniciada em 2001, onde os SARP's foram utilizados para monitoramento de inimigos, designação de alvos e até mesmo para lançamento de armamentos guiados.

A Turquia é, atualmente, considerada referência no que tange ao desenvolvimento e produção de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas. Inicialmente, nos anos 2000, o país utilizava de sistemas israelenses e norte-americanos, nas ações militares que visavam suprimir os movimentos armados curdos que lutavam pela secessão de parte do território, onde eram maioria, pela criação de um país soberano. Entretanto, devido ao fato de os Estados Unidos terem vetado a venda de diversos materiais militares para o país, e as autoridades turcas passarem a acusar Israel de obter dados de inteligência através dos SARP's fabricados e vendidos por Israel e operados, em parte, por técnicos israelenses, a Turquia decide investir no desenvolvimento de suas próprias tecnologias.

Surge então a oportunidade do renomado engenheiro turco Selçuk Bayraktar apresentar às autoridades militares os SARP desenvolvidos pela firma de componentes automotivos de sua família, a Baykar, baseados em seus conhecimentos adquiridos no instituto norte-americano *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). A Turquia é hoje a responsável pela produção do SARP Byraktar TB2 (Figura 6) de utilização difundida internacionalmente e participação decisiva nos conflitos modernos.

Figura 6 – Bayraktar TB2



Fonte: BaykarTech. (2015)

Paralelamente à constante utilização do sistema Bayraktar TB2, encontra-se crescente nos campos de batalha a presença dos *loitering munition*, chamados de “drones kamikase”, que possuem a característica de serem carregados de explosivos e realizam a tática de se chocarem contra o alvo de modo a causar sua total destruição. Os principais SARP dessa categoria utilizados atualmente são: o IAI Harop de fabricação israelense, crucial na vitória do Azerbaijão na Guerra de Nagorno-Karabakh, e a Plataforma Switchblade, de fabricação estadunidense, que tem sua utilização difundida na Guerra da Ucrânia por tropas ucranianas.

A inserção dos SARP no âmbito da Defesa Nacional tornou-se uma questão estratégica. A diretriz para coordenação de obtenção de tal tecnologia diz que:

A Estratégia Nacional de Defesa (END) estabelece como uma de suas diretrizes que as Forças Armadas devem ser organizadas sob a égide do trinômio controle, mobilidade e presença. Disso decorre a necessidade da existência de vetores sob completo domínio nacional, ainda que parceiros estrangeiros participem do seu projeto e da sua implementação, incluindo, entre outras, as capacidades de alerta, vigilância, monitoramento e reconhecimento, obtidas por meio do uso de sensores embarcados em Aeronaves Remotamente Pilotadas. (BRASIL, 2014, p. 36).

Com base nisso, analogamente, vem sendo empregado no Brasil desde o ano de 2011 o SARP cat 3 Hermes RQ-450 (Figura 7), através da Força Aérea Brasileira (FAB). Porém ainda estando em processo de adaptação à doutrina, o sistema é utilizado apenas para missões de controle aéreo avançado e como posto de comunicações no ar.

Pertencente à mesma categoria que o Bayraktar TB2, o Hermes RQ-450, de produção israelense, é a principal plataforma do exército de Israel em operações antiterroristas. (CZ DEFENCE, 2022). O SARP possui um peso máximo de decolagem de 550 kg, podendo ser equipado com diferentes tipos de munições para diferentes tipos de missões, sendo adaptável a uma configuração que permite a utilização de dois tipos de cargas ao mesmo tempo.

Figura 7– Hermes RQ-450



Fonte: Defesa Aérea & Naval (2014)

2.4 O EMPREGO DO SARP NO ENGAJAMENTO DE BLINDADOS NOS CONFLITOS ATUAIS

Os conflitos modernos são caracterizados por serem travados em contextos de descobertas e inovações tecnológicas constantes. Nesse sentido é observada a crescente incidência de ações de reconhecimento e ataque por Forças Armadas utilizando como meio os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas. Tal tecnologia oferece vantagem tática sobre o oponente, e dentro de seu emprego destacam-se as ações de inteligência, reconhecimento, vigilância e aquisição de alvos. (CAMERANO, 2015).

2.4.1 O conflito de Nagorno-Karabakh

A União Soviética (URSS) estabeleceu em 1920 a região montanhosa no interior do Azerbaijão, denominada Nagorno-Karabakh, como autônoma, mesmo sendo a maior parte de sua população composta por armênios cristãos. A dissolução soviética em 1991 fez eclodir na região uma guerra civil entre armênios e azeris para o controle da área (RUBIN, 2020), conflito denominado como Primeira Guerra de Nagorno-Karabakh. Os embates se estenderam até o ano de 1994 com a vitória da Armênia.

Apesar do cessar-fogo, novos conflitos vinham ocorrendo anualmente, e a partir de 2010, foram se intensificando tanto em frequência quanto em letalidade. No ano de 2020, no

dia 23 de setembro, após uma grande ofensiva lançada pelas tropas do Azerbaijão, deu-se início a chamada Segunda Guerra de Nagorno-Karabakh, com duração de 44 dias. (EIRIZ, 2021).

A vitória das tropas azeris teve como peculiaridade a decisiva utilização das plataformas de aeronaves remotamente pilotadas. O êxito foi conquistado com a exploração das inúmeras possibilidades do emprego dos SARP, principalmente nas funções de reconhecimento e ataque.

O Azerbaijão inicialmente adaptou antigas aeronaves soviéticas para serem controladas remotamente. Tais aeronaves eram utilizadas para sobrevoar áreas batidas por sistemas de defesa antiaéreos armênios, provocando a realização de fogos que identificavam suas posições onde, posteriormente, SARP's de ataque eram utilizados para neutralizá-los.

Uma vez enfraquecidas as linhas de defesa antiaéreas armênias, a utilização dos SARP de reconhecimento para o levantamento de alvos compensadores era facilitada. Sendo assim, obtidos os alvos, eram executadas missões de ataque e neutralização de materiais como blindados, em especial os carros de combate T-72 utilizados pelas tropas da Armênia, e peças de artilharia, abrindo brechas e permitindo a infiltração de pequenos destacamentos.

2.4.2 A Guerra da Ucrânia

Após a dissolução da União Soviética, a Ucrânia rompe com a Rússia e declara independência com apoio de 90% de sua população, porém matem uma “amizade dos povos” através da Comunidade dos Estados Independentes (CEI). No entanto, inicia-se em meados dos anos 2010 um movimento de aproximação com o ocidente por parte da Ucrânia, e possível entrada na União Europeia. Descontentes, grupos armados contrários à referida aproximação tomaram em 2013 a região da Crimeia, mais ao sul do país, e favoreceram a entrada e permanência da Rússia na península.

Desde então, a relação do país com a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) se estreitou, fato que causou retaliações por parte do presidente russo Vladimir Putin devido ao fato da OTAN representar uma ameaça à soberania russa no contexto geopolítico internacional. No dia 23 de fevereiro de 2022, tropas Russas iniciaram uma ofensiva sobre o território do leste ucraniano dando início a Guerra da Ucrânia.

Desde o início do conflito ambos os lados tem utilizado das possibilidades e vantagens dos SARP's. Os sistemas são utilizados em operações de reconhecimento e ataque, tais como

Figura 9– MBT Russo destruído por SARP



Fonte: Poder360 (2022)

Além da utilização dos Bayraktar TB2 turcos, o exército ucraniano vem empregando no conflito contra a Rússia os VANT's Switchblade 300 e Switchblade 600, também popularmente chamados de “drone kamikase”. (HAMBLING, 2022).

Com 100 unidades recebidas dos Estados Unidos, a Ucrânia inicialmente emprega o sistema Switchblade 300 exclusivamente contra tropas a pé, devido ao seu pequeno efeito colateral, que se aproxima ao de uma granada de 40 mm. O exército americano vem oferecendo treinamento a militares ucranianos com o intuito de os habilitar ao emprego da plataforma Switchblade 600, esta dotada de ogiva antiblindagem capaz de engajar alvos maiores como carros de combate com efeitos letais de precisão.

Comparado com a Ucrânia, o uso dos SARP na Rússia até agora tem sido muito mais limitado em termos de escala. O sistema Inokhodets (Orion) MALE (Figura 10), que havia sido testado na Síria, ao lado do antigo Forpost-R, foi desenvolvido baseado no israelense Searcher Mk II. O impacto no combate foi modesto, grande parte devido ao fato de que poucos deles estão disponíveis para implantação, e qualquer perda para o fogo inimigo pagaria um preço alto, em todos os sentidos, uma realidade que pode ter levado os planejadores militares russos a implantar os SARP com moderação. Ademais, o ambiente em que os SARP teriam que operar estava saturado de defesas aéreas ucranianas. Além de tudo, um fator adicional pode ser o estoque limitado de munições específicas guiadas com precisão, como o KAB-20L e o KAB-20S, que as sanções ocidentais sobre componentes eletrônicos e de ponta agravaram ainda mais. (BORSARI, 2022).

Figura 10 – SARP russo Inokhodets UCAV atinge um caminhão a ucraniano



Fonte: Orion Policy Institute (2022)

Em Nagorno-Karabakh, o Bayraktar TB2 era utilizado após um reconhecimento sumário das posições de defesa antiaérea da Armênia com a finalidade de atacar objetivos de alto valor que representavam alvos compensadores. (MITTAL, 2022). Além do sistema turco, as tropas do Azerbaijão também dispunham das *loitering munition*, também conhecidas como drones kamikase devido a sua capacidade de autodestruição. Nesse escopo, um dos atuadores que ganhou mais destaque foi o SARP IAI HAROP, utilizado pelas tropas azerbaijanas, que se tornou uma das poucas aeronaves que conseguiu adentrar com eficácia o espaço aéreo inimigo e neutralizar alvos armênios como, por exemplo, as forças blindadas, os postos de comando e os sistemas de defesa antiaéreos (FLORES, 2021). No entanto, assim como na Guerra da Ucrânia, o uso destes é controverso e levanta questões éticas e legais sobre o uso de armas autônomas e ataques a alvos civis (SZOLDRA, 2020), sendo criticados por organizações de direitos humanos e defensores do direito internacional humanitário (HRW, 2021).

Nenhum dos lados do conflito divulgou números confiáveis, as publicações diárias se contradizem com as anteriores e as posteriores, sucessivamente. No entanto, além dos aspectos técnicos dos próprios SARP's, existem aspectos táticos e profissionais do lado do Azerbaijão que podem os ter impedido de explorar plenamente as capacidades dos sistemas, assim como aspectos técnicos, táticos e profissionais do lado armênio que podem ter ajudado os azeris em conseguirem mais do que teriam contra um inimigo melhor preparado. (HECHT, 2022).

Após a guerra, o presidente do Azerbaijão, Ilham Aliyev, publicou um resumo do equipamento armênio destruído e capturado pelos azeris. Para nossos propósitos, apenas o equipamento destruído importa. A declaração de Aliyev com a coleção de vídeos e fotografias da Oryx, plataforma eletrônica de informação de fontes abertas e análise de temas militares e de defesa (Figura 11).

Figura 11 – Dados da Guerra Nagorno-Karabakh

Target Type	Aliyev	Oryx			
		Total	Certainly Drone	Certainly Not Drone	Unknown
Tanks	287	143	101	21	21
Other AFVs	69	42	21	6	15
Artillery	511	233	212	7	14
Anti-tank guns and missile-launchers	53	8	4	0	4
Anti-aircraft guns and missile-launchers	73	65	54	2	9
Radars and Electronic Warfare	13	13	13	0	0
Trucks[vi]	9	3	1		2
	252	236	157	3	76
Total Items	1,267	743	563	39	141

Fonte: Military Strategy Magazine (2022)

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO

Ao transcorrer da pesquisa se observou que as possibilidades e limitações dos principais sistemas ativos e passivos de defesa, na proteção dos carros de combate modernos, face as capacidades dos atuais Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas de ataque mais utilizados no engajamento de blindados. Dessa forma, identificou-se como variável independente a presença do sistema de defesa. Delimitando-se assim, a supracitada análise se ateve somente aos materiais de emprego militar (MEM) possuidores de tais capacidades.

Dessemelhante a esse espectro, as suas respectivas características que possuem provocam o aumento ou redução na variável dependente, a quantificação da proteção do meio blindado, defronte aos potenciais poder de fogo dos SARP, bem como a eficácia de emprego nos conflitos. Limitou-se a abrangência das variáveis com o intuito de garantir objetividade e tonar a investigação viável, agregando ainda a especificidade de somente comparar aos SARP de ataque, devido ao fato de que tal categoria abrange as tecnologias que oferecem maior ameaça aos blindados nos teatros de operações contemporâneos, por conta dos quesitos raio de ação, altitude de operação e poder de fogo. Os aspectos considerados para a seleção e limitação das variáveis são os armamentos e carros de combate atestadamente empregados nas guerras de Nagorno-Karabakh e da Ucrânia, bem como que são de conhecimento público e através de fontes de consulta com evidente grau de confiabilidade. Apesar das adaptações e condutas dos materiais de emprego militar que possam estar sendo utilizados.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa é de natureza aplicada por ser dirigida a solução de problema real específico, ou seja, mediante o estudo sobre os sistemas de defesa ativos e passivos dos principais carros de combate modernos, buscaram-se fixar no contexto do cenário global as capacidades, possibilidades e limitações, parametrizadas nos conflitos atuais e futuros, prospectando o poder de força e atuação com notável apontamento para reflexão no âmbito do Exército Brasileiro. A abordagem é qualitativa, pois apresenta vários relatos e opiniões de civis e militares que estudaram esse assunto. Por meio da interpretação dos dados coletados as variáveis serão exploradas e detalhadamente caracterizadas.

Quanto aos objetivos gerais, a pesquisa é exploratória, aprofundando nos objetivos específicos do trabalho uma visão completa acerca do problema proposto. As pesquisas serão divididas em três fases. A primeira consiste em uma pesquisa exploratória acerca dos sistemas de defesa ativos e passivos, analisando dados sobre suas características, capacidades e limitações, através de pesquisas documentais em artigos, manuais e cadernos de instrução.

Em uma segunda fase, consiste-se ainda em uma pesquisa exploratória, bem como de análise de dados das características e capacidades dos SARP's, através de pesquisas documentais em artigos, manuais e cadernos de instrução.

Já a terceira fase, se expressa em uma pesquisa descritiva que analisará a utilização do SARP nos conflitos contemporâneos, dando ênfase às guerras de Nagorno- Karabakh e da Ucrânia. Nessa fase também será estudada a vulnerabilidade dos sistemas de defesa dos blindados modernos frente a essa ameaça.

O método de abordagem utilizado foi o hipotético-dedutivo. Inicialmente, identificou-se como lacuna no conhecimento a ausência de análise e prospecção das condições dos principais sistemas de defesa se contrapor ao poder de fogo do SARP. Portanto, formulou-se, desta feita, o problema e as questões de estudo, trazendo pertinente reflexão sobre em que pese as nossas Forças Armadas, que não dispõe de sistemas de defesa ativos nos seus principais meios blindados. No desenvolvimento da pesquisa, por intermédio de deduções e comprovações, verificou-se a importância de cooperação e provimento de armamentos cada vez mais modernos, principalmente devido ao cenário nacional e continental incerto.

3.3 PROCEDIMENTOS PARA A REVISÃO DA LEITURA

O marco temporal para o início do desenvolvimento da pesquisa é o conflito de Nagorno- Karabakh, eclodido no ano de 2020. Essa confrontação bélica é apontada como marco temporal do emprego de SARP's como ataque aos meios blindados e pelo desenvolvimento das primeiras soluções, através dos sistemas de defesa ativos e passivos, visando minimizar o dano. Primeiramente, a busca por fontes de dados se iniciou pela consulta de pesquisas, artigos e relatórios do Exército na Biblioteca Digital do Exército e no Portal de Doutrina do Exército referente às guerras de Nagorno- Karabakh e da Ucrânia. Além disso, o principal manual consultado foi o Manual de Campanha (MC) Vetores Aéreos da Força Terrestre, para se categorizar e delimitar a referida revisão da literatura dentro da doutrina vigente no Exército Brasileiro.

Em seguida, buscou-se por revistas e publicações a respeito do assunto no site de buscas EBconhecer. Revistas como Tecnologia e Defesa, Defesanet e Ação de choque foram consultadas, bem como artigos científicos com publicações sobre sistemas de defesa ativos e passivos dos carros de combate e referente a Sistemas de Aeronave Remotamente Pilotados. Algumas das referências bibliográficas encontradas nos artigos foram aproveitadas como fontes de dados. Por fim, buscou-se por fontes internacionais, como site de empresas de defesa como BAE Systems, General Dynamics, Thalles Group e Elbit Systems foram visitados na busca de conceitos sobre sistemas de proteção e características de material.

3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após a escolha do tema, foi realizada uma pesquisa bibliográfica preliminar a fim de identificar a lacuna no conhecimento e formular o problema em questão. Seguindo, aprofundou-se a busca por fontes que abrangessem os seguintes dados: sistema de proteção para viaturas blindadas, sistemas de defesa ativos e passivos nos carros de combate, Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, conflito de Nagorno-Karabaht e Guerra da Ucrânia. Após a leitura de todo material bibliográfico coletado, procedeu-se a seleção das fontes e a elaboração das fichas bibliográficas. Os principais critérios de inclusão foram o estudo de manuais técnicos, artigos, revistas especializadas e sites que tratavam das temáticas citadas acima. Foram buscadas fontes confiáveis e atuais, principalmente de 2020 em diante. Os critérios de exclusão adotados foram sites de procedência não confiável.

3.5 INSTRUMENTOS

Foi realizada a coleta documental com a finalidade de aprofundar o conhecimento sobre o assunto e escriturar as fichas de coleta de dados. Essas fichas possibilitaram a compilação e estruturação dos dados de interesse para posterior análise e interpretação. Os principais aspectos fichados foram os tipos de sistemas de defesa ativos e passivos dos carros de combate modernos; as características, possibilidades e limitações dos mesmos; os mais relevantes Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotados, com ênfase nos enquadrados na categoria de ataque e finalmente uma análise do seu emprego nos conflitos. Buscar-se-á, por fim, concluir acerca de como é realizado o engajamento de blindados com essa tecnologia e qual o sistema de defesa mais eficaz para combatê-lo.

4 ANÁLISE TÉCNICA

4.1 SISTEMAS DE DEFESA ATIVOS

4.1.1 APS Arena

O sistema Arena foi revelado publicamente em meados da década de 1990, sendo exibido pela primeira vez no carro de combate russo T-80UM1 Bars. Fabricado pela empresa russa KBM Design Bureau, a tecnologia surgiu como versão alternativa e atualizada do sistema Drozd, o primeiro sistema de proteção ativa produzido em território russo, utilizado na década de 1980.

O APS Arena (Figura 12) possui um radar Doppler multifuncional que detecta ameaças a distâncias de aproximadamente 50 metros. Após a detecção, duas munições de alta fragmentação (HE-Frag) são acionadas em direção ao artefato identificado como perigo ao blindado, explodindo em sua trajetória e o destruindo, através de um fluxo direcionado de detritos, a uma distância em torno de 10 metros. O sistema é capaz de interceptar ameaças que viajam a uma velocidade máxima de até 700m/s, sendo que, quando não se faz possível a destruição total do míssil inimigo, a explosão das munições HE-Frag é capaz de desviá-los de seus cursos.

Figura 12 – Radar Arena-M



Fonte: forte.jor.br/2021/11/10/sistema-de-protecao-ativa-arena-m-equipara-os-tanques-russos-t-90-e-t-72/ (2021)

Ao total, o sistema soma 26 lançadores de munições montados ao redor da torre, sendo o segundo projétil lançado 0,07 segundos após o primeiro, assim oferecendo um breve tempo

de reação à presença da ameaça. Operado automaticamente, o APS Arena não necessita da permanência da guarnição no interior do blindado.

A versão mais atual da tecnologia russa é o APS Arena-M, intitulado Arena-E nas versões produzidas para exportação. Conforme revelado por Vladimir Kharkin, chefe do Departamento de Desenvolvimento e Design da Kolomna KBM, empresa fabricante, o sistema pode interceptar todos os modernos mísseis anticarro, inclusive os famosos FGM-148 Javelin e Spike, e equipará todos os carros de combate russos T-72 (Figura 13) e T-90 até o ano de 2025.

Figura 13 – Lateral T-72B3 equipado com Arena-M



Fonte: forte.jor.br/2021/11/10/sistema-de-protecao-ativa-arena-m-equipara-os-tanques-russos-t-90-e-t-72/ (2021)

Entretanto o APS Arena possui suas desvantagens. Mesmo em sua versão mais moderna, o sistema se restringe a uma proteção contra ameaças incidentes apenas por setores de elevação compreendidos entre -6° e 20° , se tornando ineficaz contra os SARP de ataque que realizam ofensivas, majoritariamente, por angulações próximas a 90° , e até mesmo contra armamentos anticarro disparados de edifícios e telhados.

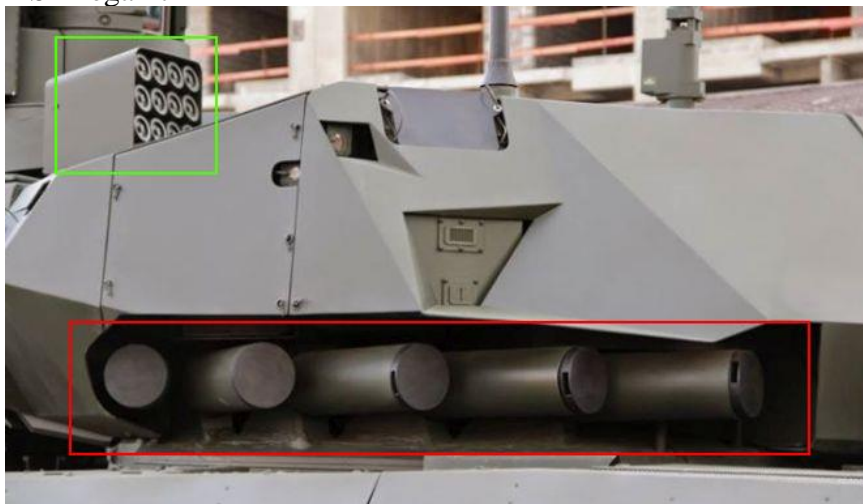
Outra desvantagem constatada na utilização do sistema está no fato de sua zona de destruição da ameaça ser situada no raio entre 10 e 20 metros ao redor do blindado. Uma vez que, quando ativado, as munições de fragmentação são perigosas para as tropas a pé eventualmente localizadas no perímetro do carro de combate.

4.1.2 APS Afganit

O APS Afganit foi desenvolvido inicialmente especificamente para instalação na família de carros de combate T-14 Armata do Exército Russo. Equipado com o radar *Active Electronically Scanned Array* (AESA) e com sensores ultravioletas, o sistema identifica granadas e mísseis lançados a partir de qualquer direção. Através dos detectores que rastreiam os fótons UV do rastro deixado pelo projétil inimigo, é feita a avaliação de sua velocidade e trajetória. Essas informações são interpretadas pelo sistema e utilizadas para interceptar a ameaça recebida. Originalmente, este sistema APS era baseado em quatro pequenos radares instalados nas laterais do blindado que foram substituídos pelos detectores de UV por se apresentarem muito mais eficientes e por suportarem ambientes desorganizados e congestionados.

O sistema é composto pelos seguintes componentes (Figura 14): dez lançadores voltados para frente dispostos na torre; dois lançadores giratórios, cada um com 12 tubos à esquerda e à direita na área frontal da torre (*Hard-Kill*); dois lançadores fixos, virados para cima, com 12 tubos cada na área traseira da torre (*Soft-Kill*); dois módulos de alerta laser no lado esquerdo e direito da frente da torre (*Soft-Kill*); dois painéis de radar no lado esquerdo e direito da torre. (BÜHLER, 2018).

Figura 14 – APS Afeganit



Fonte: defesabrasil.com/forum/viewtopic.php?p=5517869 (2017)

O APS Afeganit utiliza munições de fragmentação (HE-Frag) que são utilizadas para interceptar as ameaças recebidas em sua rota de voo. A versão mais modernizada do sistema apresenta uma modificação que oferece uma proteção contra a munição *Armor Piercing Fin*

Stabilized Discarding Sabot (APFSDS), o que antes era considerado quase impossível. A cobertura contra tal munição não se concretiza a partir da destruição na interceptação. Nesse caso, a ameaça receberá energia suficiente para levar o penetrador a adotar um movimento pendular com significativa redução de potência, entre 30% e 50 %, atingindo o carro de combate de maneira ineficaz. (BÜHLER, 2018).

Ainda é muito difícil concluir sobre o desempenho do Afganit por não haver dados suficientes disponíveis, entretanto, pelo fato do sistema contar tanto com uma defesa *Hard-Kill*, quanto com uma *Soft-Kill*, o fato parece plausível, uma vez que os russos têm a experiência operacional apropriada em ambas às áreas, já que são fabricantes dos sistemas Arena, de proteção ativa, e o sistema Shtora-1, de proteção passiva.

4.2 SISTEMAS DE DEFESA PASSIVOS

4.2.1 Shtora-1

O sistema de defesa Shtora-1 foi desenvolvido pela empresa russa Zenit Research and Production Corporation visando aumentar a capacidade de sobrevivência no campo de batalha de blindados contra ataques de armas anticarro guiadas com sistema de orientação, bem como mísseis e projéteis de artilharia que usam iluminação a laser.

A primeira aplicação conhecida do sistema foi empregada no T-90 MBT, que entrou em serviço no Exército Russo em 1993. (THAI MILITARY AND ASIAN REGION, 2020). Durante uma exposição de equipamentos de defesa realizada no Oriente Médio em 1995, a tecnologia foi mostrada instalada em um T-80U russo e um T-84 MBT ucraniano.

O Shtora-1 compreende quatro componentes principais, sendo eles: uma estação de interferência eletro-óptica; um banco de descarregadores de granadas montados em ambos os lados da torre, capaz de disparar granadas dispensando uma tela de aerossol; um sistema de alerta de laser com cabeças de precisão; e um sistema de controle com peso total de 15 kg, composto por painel de controle, microprocessador e painel de colocação de tela manual. (ARMY-GUIDE, 2015).

O sistema de alerta de laser detecta o laser da ameaça e orienta automaticamente a torreta na direção do projétil. Em seguida, os lançadores de granadas são acionados, criando uma tela de aerossol externa (Figura 15). A composição dessa nuvem é reivindicada para proteger o blindado contra telêmetros e designadores a laser, também sendo considerada suficientemente quente para afastar ameaças de armamentos com sensores infravermelhos.

Figura 15 – Cortina de fumaça Shtora-1

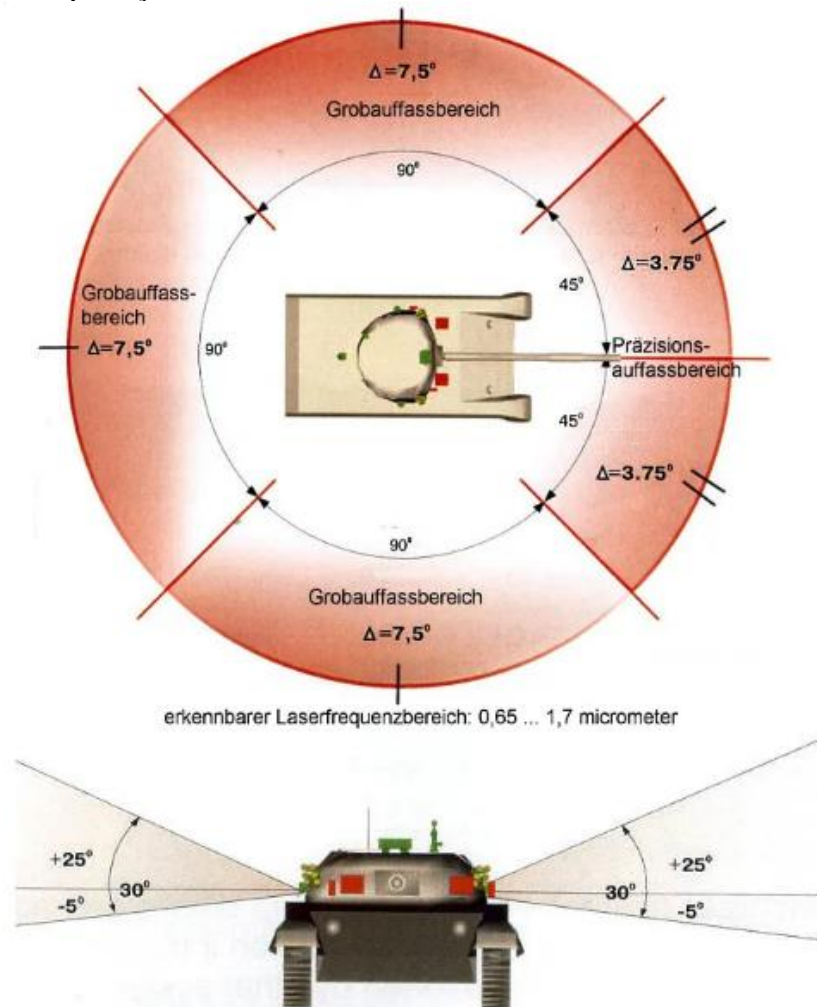


Fonte: BTVT, Shutter.

O bloqueador, designado como TShU1-7, emite sinais de interferência infravermelhos pulsados codificados no circuito de orientação do *Anti-Tank Guided Missile* (ATGM). O Shtora-1 é eficaz contra ATGM's ocidentais, como TOW, HOT, MILAN e Dragon, bem como ATGM's orientais, como o AT-3 Sagger. Além de ser empregado para proteção frente a mísseis anticarro, o fabricante afirma que o sistema TShU1-7 possui uma capacidade de iluminação de alvo, inclusive para dispositivos de visão noturna.

A detecção de fontes de laser ocorre ao redor do veículo na faixa de 360° (Figura 16). Na angulação de 45° à direita e à esquerda do canhão são empregados sensores laser de precisão e, nos demais setores, 90° à esquerda, à direita ou atrás da torre, por sensores laser mais robustos. O Shtora-1 é capaz de diferenciar o laser refletido de possíveis armas de fogo, reflexos de luz solar, entre outras coisas do campo de batalha que são filtrados como não perigosos.

Figura 16 – Ângulo de proteção Shtora-1



Fonte: army-guide.com (2015)

4.3 PRINCIPAIS SISTEMAS DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADAS

4.3.1 Bayraktar TB2

O Bayraktar TB2 (Figura 17) consiste em uma tecnologia de origem turca que teve seus primeiros protótipos produzidos no ano de 2014. O SARP foi utilizado de forma decisiva pelas tropas das Forças Armadas do Azerbaijão na Guerra de Nagorno-Karabakh e vem sendo empregado frequentemente por tropas ucranianas de forma exitosa contra o Exército Russo.

Figura 17 – Bayraktar TB2



Fonte: Oryx (2022)

A aeronave, que desempenha uma autonomia de aproximadamente 27 horas de voo, com uma altitude operacional de 18.000 pés, podendo atingir uma altitude máxima de 25.000 pés. (BAYKAR TECHNOLOGY, 2022). Com recurso de pouso e decolagem totalmente automático sem dependência de sistemas de terra, e piloto automático triplamente redundante, sua navegação com sensor de fusão interna permite uma independência de dispositivos GPS.

A transmissão de imagens se em tempo real através do Baykar Real Time Imagery Transmission System (BGAM). O sistema permite a transmissão ao vivo em alta resolução e sem atraso, para que o usuário monitore a atividade da aeronave acompanhando sua movimentação no espaço aéreo sem prejuízo de operacionalidade.

A aquisição de alvos se dá através de um designador de laser integrado, que aliado à utilização de suas munições inteligentes realiza ataques cirúrgicos. A aeronave pode ser armada com mísseis L-UMTAS (munições de longo alcance antitanque), com mísseis Rocketsan Cirit 70 mm e Tubitak-Sage Bozok guiados a laser, e com micro munições Hornet produzidas pela empresa britânica EDO MBM Technology Ltd.

4.3.2 Plataforma Switchblade 600

O Switchblade 600 é fabricado pela empresa norte-americana AeroVironment e consiste em ser um *loitering munition*, popularmente conhecido como “drone kamikase”. Trata-se de um míssil de ataque portátil de precisão, que pode ser operado manualmente ou de forma autônoma contra alvos blindados além da linha de visão, sejam eles móveis ou fixos.

Por ser um sistema portátil, possui a versatilidade de ser lançado a partir de plataformas aéreas, marítimas ou terrestres, sendo seu alcance máximo de aproximadamente 40 km, podendo permanecer no ar por cerca de 40 minutos. Sua letalidade de ataque de precisão está relacionada com sua ogiva antiblindagem que permite o engajamento de alvos blindados.

O sensor integrado de 2 eixos e 4 sensores permite que a missão seja retificada durante o voo em situações onde o alvo se locomove, sendo possível a realização de mudanças na trajetória do míssil para o engajamento preciso. (AEROVIRONMENT, 2022).

O exército ucraniano vem recebendo treinamento para o aprimoramento da utilização da plataforma Switchblade 600 (Figura 18). O número de aeronaves desta plataforma doadas pelo exército americano à Ucrânia ainda é incerto, porém a tecnologia Switchblade já vem sendo empregada desde o início do conflito através da plataforma Switchblade 300 que possui a mesma tecnologia, porém com o efeito reduzido (aproximado ao de uma granada 40 mm), sendo destinado a alvos que requerem menor letalidade, como tropas a pé.

Figura 18– Plataforma Switchblade 600



Fonte: Army Recognition (2022)

4.3.3 IAI Harop

O SARP HAROP (Figura 19) é um sistema desenvolvido pela empresa israelense Israel Aerospace Industries projetado para localizar e atacar alvos com precisão a longas distâncias. A aeronave constitui um *loitering munition* eletro-opticamente guiado, podendo ser lançado a partir de plataformas terrestres.

Figura 19 – IAI HAROP



Fonte: IAI – Where Courage Meets Technology (2020)

O HAROP é utilizado para atacar alvos de alto valor compensador, e sua atuação no engajamento é completa, iniciando pela busca do alvo, o ataque propriamente dito e a terminando com a avaliação dos danos. O sistema combina características dos mísseis com as tecnologias dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas, o que permite a execução eficaz das missões sem depender de outros sistemas de reconhecimento e monitoramento do terreno.

A aquisição dos alvos se dá a partir do direcionamento da área de alvos pelo operador, utilizando da imagem de vídeo. Posteriormente o HAROP rastreia o alvo e mergulha sobre ele, detonando sua ogiva com o impacto. Se necessário o ataque pode ser abortado e a rota redirecionada durante o voo.

Com um alcance de 200 km, o HAROP possui uma autonomia de até 9 horas. A capacidade de abortar o ataque durante o voo e sua tecnologia *man-in-the-loop* permite que seu ataque seja preciso e sem danos colaterais. Sua ogiva de 16 kg permite que o sistema engaje veículos blindados, seja em movimento ou em áreas de estacionamento.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.4.1 A eficácia dos Sistemas de Defesa perante os principais SARP de ataque

No atual ambiente estratégico, dominado por um cenário incerto, fluido e com múltiplos domínios, os SARP têm se tornado uma ferramenta essencial para diversos países na luta pela preservação da estratégia de segurança nacional. Atualmente, essa tecnologia oferece inúmeras possibilidades de emprego no meio militar, sendo utilizados preponderantemente como ferramentas de vigilância, mas também como armas de ataques.

Por conta da recente iniciação da utilização da tecnologia SARP, ainda não se tem consolidado algum sistema de defesa dos carros de combate que seja efetivamente eficaz frente a tal ameaça. Os APS Arena e APS Afganit são atualmente os *Hard-Kill* mais utilizados nos carros de combate modernos, assim como o *Soft-Kill* Shtora-1. Entretanto, analisando os dados aqui apresentados, fez-se possível concluir que ainda não há comprovação de sucesso frente à problemática discutida.

O APS Afganit, ainda em fase de testes em conflitos reais, é o sistema de defesa ativa dos carros de combate que mais se aproxima de oferecer proteção adequada contra a ameaça SARP. A sua área de cobertura de 360° esférica oferece proteção em todas as direções que englobam o blindado, além de que a tecnologia é capaz de enfrentar a munição *Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot* (APFSDS), o que antes era considerado quase impossível. Todavia, ainda não se tem dados práticos da eficácia uma vez que sua utilização é recente.

Se tratando de sistemas de proteção passiva, a tecnologia atualmente empregada que apresenta maior eficiência é o Shtora-1. Utilizando de bloqueadores de sinais infravermelhos, o *Soft-Kill* é operativo contra ATGM, fato que não atinge as capacidades das ameaças SARP estudadas. O Bayraktar TB2, a plataforma Switchblade e o IAI Harop, aqui apresentados, se utilizam de equipamentos óticos para serem guiados.

As características relevantes acerca de cada um dos sistemas de proteção ativa e passiva estudados. Sendo elas: o setor de proteção horizontal, a angulação de proteção vertical e as munições que interceptam (Tabela 1).

Tabela 1 – Características dos Sistemas APS Arena, APS Afeganit e Shtora-1

CARACTERÍSTICA	APS ARENA	APS AFGANIT	SHTORA-1
SETOR DE PROTEÇÃO HORIZONTAL	360°	360°	360°
ÂNGULAÇÃO DE PROTEÇÃO VERTICAL	-6° a + 20°	360°	-5° a + 25°
MUNIÇÕES QUE INTERCEPTA	FGM-148 Javelin e Spike	APFSDS	ATGM

Fonte: AUTOR (2023)

As características relevantes acerca de cada um dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas estudados. Sendo elas: o ângulo de ataque, o modo de operação e a forma de aquisição de alvos (Quadro 1).

Quadro 1 – Características dos SARP Bayraktar TB2, Plataforma Switchblade e IAI Harop

CARACTERÍSTICA	BAYRAKTAR TB2	PLATAFORMA SWITCHBLADE	IAI HAROP
ÂNGULO DE ATAQUE	Livre	Livre	Livre
MODO DE OPERAÇÃO	Manualmente ou piloto automático	Manualmente ou piloto automático	Manualmente
FORMA DE AQUISIÇÃO	Designador laser ou manualmente	Manualmente	Manualmente
PODER DE FOGO	Míssil antitanque UMTAS/L-UMTAS, foguetes guiados Bozok e granadas de 81mm Togan	Ogiva de fragmentação cumulativa retirada do Javelin ATGM	Ogiva de impacto de 16kg

Fonte: AUTOR (2023)

A análise e comparação entre as duas tabelas traz à tona que de fato os sistemas de proteção ativa e passiva não são devidamente eficientes frente ao cenário de utilização dos SARP nos conflitos contemporâneos. A afirmação se comprova principalmente quando é analisada a angulação de proteção que os *Hard-Kill* e *Soft-Kill* oferecem, uma vez que ela se limita a um pequeno intervalo enquanto a ameaça não apresenta restrições quanto ao ângulo de ataque. Outro fato que restringe a atuação dos sistemas de defesa perante a tecnologia estudada é o fato de que os SARP analisados não utilizam sinais infravermelhos para a localização e aquisição de alvos, o que permite a camuflagem face à resistência dos carros de combate.

Assim, portanto, torna-se lícito inferir na relação apresentada entre os sistemas de defesa dos carros de combate modernos face a potência de fogo dos principais SARP's

empregados. A ênfase nos dois últimos conflitos de vulto do século atual trouxe à tona a superioridade dos populares drones e seu impacto no emprego das tropas blindadas, ressaltando a importância e urgência do aprimoramento das tecnologias de defesa dos blindados.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo apresentar os principais Sistemas de Defesa Ativos e Passivos frente aos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas mais empregados no combate moderno. A conclusão abordou acerca dos seus impacto nos campos de batalha atuais, analisando seus reflexos futuros, e acerca da eficiência das tecnologias de defesa dos carros de combate da atualidade.

A Guerra da Ucrânia oferece lições importantes sobre o papel que os SARP's desempenham nas operações militares contemporâneas. Em termos de seu desempenho, a tecnologia em questão melhorou drasticamente a consciência situacional, especialmente no nível tático, criando uma fisionomia de frente, refletindo um efeito estratégico de propaganda para os países em conflitos.

Como o conflito na Ucrânia e em Nagorno-Karabakh demonstraram, os SARP são formidáveis ativos de reconhecimento que revolucionaram a forma como as informações de inteligência são coletadas, melhorando suas qualidades e reduzindo o prazo entre a coleta e a aplicação. Sua atuação no campo de batalha oferece um nível sem precedentes de consciência e informação sobre o inimigo, uma chave para o sucesso nas operações, com enormes vantagens em termos de preparação, planejamento e reação. A extensa presença dos SARP nas manobras significa que a exploração do princípio de guerra surpresa se torna mais complicada por parte da força oponente, tornando assim os movimentos estratégicos cada vez mais arriscados e, portanto, menos prováveis.

O emprego da tecnologia tem se mostrado bastante vantajosa, principalmente por conta de seu baixo custo em comparação aos grandes benefícios militares que eles proporcionam. Constatou-se que os SARP's são muito menos caros que os jatos de combate que podem ser facilmente interceptados e destruídos, sendo que, quando isso acontece, os países perdem pilotos pelos quais gastaram uma grande quantia de dinheiro durante o treinamento, sendo difícil compensar rapidamente a perda (KRASNOSHTAN, 2022). Os SARP's também possuem um bom custo benefício quando comparados aos mísseis balísticos, a maioria dos quais podem ser facilmente interceptados por sistemas de defesa antiaérea (KRASNOSHTAN, 2022).

A utilização do impacto dos SARP como forma de propaganda no conflito entre na Ucrânia lembra o combate ocorrido em Nagorno-Karabakh no ano de 2020. Assim como as partes em conflito nos eventos citados, a Ucrânia utilizou do compartilhamento dos vídeos de

seus Bayraktar TB2's atingindo veículos russos para elevar o moral de uma nação sob ataque de um inimigo mais poderoso.

Concomitantemente, mesmo que ainda seja prematuro avaliar as reais implicações dos SARP's nos campos de batalha, as evidências disponíveis sugerem que o debate dominante exorbitou a forma que de fato se deu o seu impacto. Essa afirmação é, em parte, decorrente de anos de utilização da tecnologia em operações de contraterrorismo, onde foi observado recorrente mau desempenho por conta de imperfeições de funcionamento, e não em consequência do sucesso de emprego de defesas aéreas.

Independente da estratégia utilizada de divulgação do impacto dos SARP's nos conflitos, é factual que tal tecnologia afetou diretamente as técnicas, táticas e procedimentos das tropas blindadas. O sistema se tornou uma forte ameaça para os carros de combate, uma vez que passaram a ser empregados como armamento anticarro, apresentando características de ataque nunca antes enfrentadas por guarnições dessa natureza.

O desempenho dos drones durante a guerra na Ucrânia irá alterar o conceito de supremacia aérea sobre os céus de um campo de batalha. O conflito continuará a fornecer ideias para o desenvolvimento da tecnologia SARP de modo a expandir seu impacto futuro na guerra no século 21. A tecnologia permite o engajamento com as linhas de frente inimigas, com a vantagem de não precisar de aeroportos bem equipados para decolar e podendo voar de qualquer lugar, mesmo que o inimigo destrua todas as pistas. Em síntese, a ordem global pode em breve testemunhar uma nova rodada de disputas em que os SARP's são pesadamente e efetivamente usados, implicando no fato de que o mundo precisa de diretrizes e princípios claros que regulem o uso de drones de acordo com o direito humanitário internacional (KRASNOSHTAN, 2022).

Os sistemas ativos e passivos de defesa, assim como todos os tipos de blindagem, evoluem e se adaptam conforme novas ameaças vão surgindo nos campos de batalha. Cada qual com sua peculiaridade de funcionamento, as tecnologias mais atuais deste ramo apresentam performances bem sucedidas quando se trata de ameaças provenientes de munições anticarro APFSDS e ATGM, e de armamentos como FGM-148 Javelin e Spike. Entretanto, como exposto no capítulo anterior, os SARP trouxeram um novo desafio para o setor, que ainda não encontrou uma solução a qual ofereça uma segurança suficientemente adequada para os carros de combate modernos.

O APS Afganit, que apresenta características tanto de sistema de defesa ativo quanto de passivo, é o que atualmente compreende maiores condições de suprir a demanda em questão. Isso se dá não só pelo fato de oferecer proteção em todas as direções (inclusive de

ameaças que incidem verticalmente sobre o blindado), mas por também obter sucesso face às mais potentes munições anticarro utilizadas, APFSDS. Todavia, seu recém-batismo nas doutrinas da tropa blindada ainda limita a capacidade de se concluir com convicção tal afirmativa.

No Exército Brasileiro, o emprego de SARP de ataque ainda está em processo de expansão e implementação. As doutrinas sobre o emprego dessa tecnologia ainda são restritas a atividades de reconhecimento e vigilância, sendo utilizados equipamentos de categoria inferior àquela aqui estudada. Por conseguinte, o desenvolvimento e operação de sistemas de defesa capazes de combater a nova ameaça dos campos de batalha modernos não são, atualmente, prioridades discutidas no âmbito da força militar terrestre brasileira.

Por fim, é oportuno que se realize a persecução dessa exposição feita, através de uma série de estudos, para a atualização das TTP's das tropas orgânicas a dotação de carros de combate. Tal afirmação se faz plausível pela visível superioridade atual e, atestadamente no futuro próximo, dos SARP's no campo de batalha.

REFERÊNCIAS

AEROFLOP. Bayraktar **TB2: o drone turco que está destruindo o exército russo na Ucrânia**. 2022. Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/bayraktar-tb2-o-drone-turco-que-esta-destruindo-o-exercito-russo-na-ucrania/>. Acesso em: 09 maio 2023.

AEROVIRONMENT. **Switchblade 600: loitering missile**. 2022. Disponível em: <https://www.avinc.com/tms/switchblade-600>. Acesso em: 16 jul. 2022.

ANCKER III, Clinton. **Whither Armor?** Armor. November-December 2012.

ANNES, D. B. **O futuro carro de combate do Brasil**. Defesa Net, Brasília, dez. 2017. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/leo/noticia/28010/O-Futuro-carro-de-Combate-do-Brasil/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

ARMY RECOGNITION. **Switchblade 600 anti-armor loitering munition suicide drone data**. 2022. Disponível em: https://www.armyrecognition.com/us_american_unmanned_aerial_ground_vehicle_uk/switchblade_600_anti-armor_loitering_munition_suicide_drone_data.html. Acesso em: 15 maio 2023.

TAIER, Cap Inf Tárek. **Conflito Rússia-Ucrânia: reflexões acerca de ameaças SARP**. 2022. Dissertação – Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2022.

ARMY-GUIDE. **Shtora-1**. 2015. Disponível em: <http://www.army-guide.com/eng/product3009.html>. Acesso em: 12 abr. 2023.

BAE SYSTEMS. **RAVEN Countermeasure System protects vehicles from missile threats**. 2019. Disponível em: <https://www.baesystems.com/en-us/article/raven-countermeasure-system-protects-vehicles-from-missile-threats>. Acesso em: 16 jul. 2022.

BAYKAR TECHNOLOGY. **Bayraktar TB2**. 2022. Disponível em: <https://www.baykartech.com/en/uav/bayraktar-tb2/>. Acesso em: 11 jul. 2022.

BORSARI, Federico; Orion Policy Institute. **Assessing Drone Operations in Ukraine: Trends and Implications**. 2022. Disponível em: <https://www.orionpolicy.org/orionforum/110/assessing-drone-operations-in-ukraine-trends-and-implications>. Acesso em: 26 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando do Exército. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha EB70-MC-10.214 Vetores Aéreos da Força Terrestre**. 2.ed. Brasília, 2020.

BTVT. Shutter. **Complexo de supressão optoeletrônica Shtora-1**. Disponível em: <http://btvt.narod.ru/4/shtora1/shtora1.htm>. Acesso em: 15 maio 2023.

BÜHLER, Stefan. **The T-14 Armata from a technical point of view**. APRIL 17, 2018. Disponível em: <https://www.offiziere.ch/?p=33534>. Acesso em: 12 abr. 2023.

CAMERANO, A. Clara. *et al.* **Novas ameaças e o Advento dos Drones: A Ótica Brasileira.** Florianópolis, 2015.

CZ DEFENCE. **Combat drones for the Armed Forces of the Slovak Republic.** 2022. Disponível em: <https://www.czdefence.com/article/combat-drones-for-the-armed-forces-of-the-slovak-republic>. Acesso em: 25 abr. 2023

DIÁLOGOS SETORIAIS UNIÃO EUROPEIA-BRASIL. **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados.** Brasília, 2016.

EIRIZ, Maj Art QEMA George Koppe. O conflito de Nagorno-Karabakh de 2020. **Informativo Antiaéreo: publicação científica**, v. 13, n. 13, p. 153-163, 2021.

ESTADOS UNIDOS. U. S. Army. **U. S. Army MAPS Program Conducts Soft Kill Rodeo.** 2019. Disponível em: https://www.army.mil/article/217510/u_s_army_maps_program_conducts_soft_kill_rodeo. Acesso em: 16 jul. 2022.

FLORES, Bruno. **Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) do tipo Loitering Munition: o emprego da Artilharia Antiaérea Brasileira frente a essa ameaça.** 2021. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/11255/1/1%20Ten%20BRUNO%20MAY%20FLORES.pdf>. Acesso em: 09 maio 2023.

GALANTE, Alexandre. Sistema de Proteção Ativa: US Army compra o Trophy enquanto Europa testa sistemas. **Forbes Brasil**, São Paulo, 4 nov. 2017. Disponível em: <https://www.forte.jor.br/2017/11/04/sistema-de-protecao-ativa-us-army-compra-o-trophy-enquanto-europa-testa-sistemas/>. Acesso em: 15 jul. 2022.

Gold, T., & Hartzog, W. **Force Protection in Urban and Unconventional Environments.** Defense Science Board. March 2006. p. 2-8.

Haight, D., Laughlin, P., & Bergner, K. **Armored Forces: Mobility, Protection and Precision Firepower Essencial for Future.** *Armor*. November-December 2012.

HAMBLING, David. Shadowy Switchblade Kamikaze Drones On Their Way To Ukraine: Here's What We Know About Them. **Forbes publishing**, Nova Iorque, 17 mar. 2022. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2022/03/17/shadowy-switchblade-munition-on-its-way-to-ukraine/?sh=4bf10c7e5e13>. Acesso em: 16 jul. 2022.

HAUG, Steffen. **The Protection of Forces and Facilities during Operations: The Army Protection Concept.** *Military Technology*. Vol. 32, 2008 Special Issue, p. 20-29.

HAZELL, Paul. **Active Protection Systems Come of Age.** *Military Technology*. Vol. 31, Issue 9, p. 113-122.

HECHT, Eado. **Drones in the Nagorno-Karabakh War: Analyzing the Data.** *Military Strategy Magazine*. Volume 7, Edição 4, inverno de 2022, p. 31-37. https://www.army.mil/article/217510/u_s_army_maps_program_conducts_soft_kill_rodeo. Acesso em: 16 jul. 2022.

HUMAN RIGHTS WATCH. **Azerbaijan: Stop Using Israeli-Made Lethal Drones.** 18 nov. 2020. Disponível em: <https://www.hrw.org/news/2020/11/18/azerbaijan-stop-using-israeli-made-lethal-drones>. Acesso em: 08 maio 2023.

ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES. **IAI Harop.** 2021. Disponível em: <https://www.iai.co.il/p/harop>. Acesso em: 09 maio 2023.

INSTITUTE FOR INTELLIGENCE AND SPECIAL OPERATIONS. **Drones in the Ukrainian War: Will They Be an Effective Weapon in Future Wars?** 2022. Disponível em: <https://rasanah-iiis.org/english/wp-content/uploads/sites/2/2022/08/Drones-in-the-Ukrainian-War-Will-They-Be-an-Effective-Weapon-in-Future-Wars.pdf>. Acesso em: 09 maio 2023.

KAHL, Dieter (2010). **Modern Protection for Combat Vehicles.** Military Technology. AUSA FOCUS, October 2010.

KALL, Brian. **Force Protection – Principles and Technologies.** Military Technology. June 2010. p. 129-137.

KNOWLES, J. & WITHINGTON, T. **Protecting Ground Vehicles, Protecting Ground Vehicles.** The Journal of Electronic Defence. Vol. 34, N° 2, Issue: EW in the Middle East.

LINO, José. **Sistemas de Proteção Ativa (APS).** Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/tank/noticia/25834/Sistemas-de-Protacao-Ativa-%28APS%29/>. Acesso em: 11 jul. 2022.

MITTAL, Vikram. The Ukrainian Military Is Changing Its Tactics With Bayraktar TB2 Drones. **Forbes publishing**, Nova Iorque, 23 jun. 2022. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/vikrammittal/2022/06/23/ukrainian-military-is-changing-its-tactics-with-the-bayraktar-tb2-drones/?sh=5fb748581ec0>. Acesso em: 16 jul. 2022.

ORIGEM DA PALAVRA. **Blindar.** 2007 Disponível em: <https://origemdapalavra.com.br/palavras/blindar/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

ORYX. **Endless possibilities: Bayraktar AKINCI's successful expansion.** 2022. Disponível em: <https://www.oryxspioenkop.com/2022/01/endless-possibilities-bayraktar-akncs.html>. Acesso em: 15 mai. 2023.

OTAN (2007). **AJP-3.14 ALLIED JOINT DOCTRINE FOR PROTECTION FORCE.** North Atlantic Treaty Organization.

PADILHA, Luiz. **Hermes 450 é empregado pela primeira vez em combate aéreo simulado.** 2014. Disponível em: <https://www.defesaareanaval.com.br/aviacao/hermes-450-e-empregado-pela-primeira-vez-em-combate-aereo-simulado>. Acesso em: 25 abr. 2023.

RUBIN, Uzi. **The Second Nagorno-Karabakh War: A Milestone in Military Affairs, The Begin-Sadat Center for Strategic Studies.** December 2020. Disponível em: <https://besacenter.org/nagorno-karabakh-war-milestone/>, pp 4, 5. The quotes from this source are only an example of many similar claims. Acesso em: 11 mar. 2023.

SOUSA, Henrique (1985). **Armamento e Tiro de Carros de Combate**. 1ª Parte, Cap. I, VIII e X. Lisboa: Serviços Gráficos da Academia Militar.

SZOLDRA, P. **Azerbaijan's Drone War Changed The Face Of Modern Warfare**. Task & Purpose. 17 nov. 2020. Disponível em: <https://taskandpurpose.com/news/azerbaijan-drones-nagorno-karabakh-warfare/>. Acesso em: 08 maio 2023.

THAI MILITARY AND ASIAN REGION. **T-90A/S/M Main Battle Tank in detail**. 2020. Disponível em: <https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2016/01/22/t-90a-russian-mbt-in-detail/> . Acesso em: 12 abr. 2023.