

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

Denilson Antônio Cavazzani Szkudlarek Junior

**AS ARMAS ANTICARRO NO CONFLITO UCRANIANO: NOVAS
POSSIBILIDADES DE SISTEMAS CONTRAMEDIDAS NOS CARROS DE
COMBATE**

**Resende
2023**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA
PROFISSIONAL**

TÍTULO DO TRABALHO: AS ARMAS ANTICARRO NO CONFLITO UCRANIANO: NOVAS POSSIBILIDADES DE SISTEMAS CONTRAMEDIDAS NOS CARROS DE COMBATE
--

AUTOR: DENILSON ANTÔNIO CAVAZZANI SZKUDLAREK JUNIOR
--

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

Autorizo a Academia Militar das Agulhas Negras a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em revista técnica da Escola ou outro veículo de comunicação do Exército.

A Academia Militar das Agulhas Negras 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 Academia Militar das Agulhas Negras.

Resende, 21 de agosto de 2023



Assinatura do Cadete

Dados internacionais de catalogação na fonte

S998 SZKUDLAREK, Denilson Antonio Cavazzani

As armas anticarro no conflito ucraniano: novas possibilidades de sistemas contramedidas nos carros de combate / Denilson Antonio Cavazzani Szkudlarek – Resende; 2023. 44 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Tadeu Machado Figueira

TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2023.

Denilson Antônio Cavazzani Szkudlarek Junior

**AS ARMAS ANTICARRO NO CONFLITO UCRANIANO: NOVAS
POSSIBILIDADES DE SISTEMAS CONTRAMEDIDAS NOS CARROS DE
COMBATE**

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 Cav Tadeu Machado Figueira

Resende
2023

Denilson Antônio Cavazzani Szkudlarek Junior

**AS ARMAS ANTICARRO NO CONFLITO UCRANIANO: NOVAS
POSSIBILIDADES DE SISTEMAS CONTRAMEDIDAS NOS CARROS DE
COMBATE**

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:



Tadeu Machado Figueira – Cap
(Presidente/Orientador)



Antônio Augusto Antonello Borges – Maj
(Avaliador)



Diogo Von Holleben Thomé – Cap
(Avaliador)

Resende
2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Denilson e Carla, os quais sempre me incentivaram, apoiaram e aconselharam desde os estudos iniciais para o ingresso na EsPCEx até o ano letivo atual, independente da situação.

Agradeço também as minhas duas irmãs, Ana Luísa e Ana Leticia, por me ajudarem e incentivarem desde cedo a principalmente estar fazendo algo que me interessasse, servindo de suporte em momentos difíceis.

Aos meus camaradas, em especial aos de cavalaria, que passaram todos os momentos dessa jornada até o oficialato, sejam eles bons ou ruins que com certeza foram peça chave para minha chegada até aqui.

Por fim, ao meu orientador Cap Cav Tadeu Machado Figueira, o qual abdicou-se de seu tempo livre, muitas vezes, para dar sugestões ao trabalho, bem como fontes de consulta e conhecimentos, os quais foram cruciais para a conclusão dessa monografia.

RESUMO

AS ARMAS ANTICARRO NO CONFLITO UCRANIANO: NOVAS POSSIBILIDADES DE SISTEMAS CONTRAMEDIDAS NOS CARROS DE COMBATE

AUTOR: Denilson Antônio Cavazzani Szkudlarek Junior

ORIENTADOR: Tadeu Machado Figueira

Esta monografia tem a finalidade de apresentar possibilidades de emprego de sistemas de proteção em uma Viatura Blindada de Combate Carro de Combate inserida no contexto do Projeto Nova Couraça, frente aos armamentos anticarro. A ameaça desses armamentos tem se tornado uma crescente desde seu aparecimento na 1ª Guerra Mundial até nos conflitos atuais como o Russo-Ucraniano. Haja vista, a necessidade de elevar a capacidade de sobrevivência dos carros de combate e buscando preservar as características como a mobilidade do blindado, os sistemas de proteção surgem como um grande aliado para as viaturas blindadas. No mercado atual existem inúmeras possibilidades de sistemas a serem estudados, no entanto 2 destes se destacam pela maior utilização e terem já sido utilizados em conflitos. Os sistemas Trophy e Arena, israelense e russo respectivamente, são sistemas capazes de se adequar na possível inserção destes tipos de equipamentos no Projeto Nova Couraça. Para isso, buscou-se analisar as características técnicas tanto do novo Carro de Combate empreendido pelo projeto, dos CC brasileiros, bem como dos armamentos anticarro e dos APS, com base em manuais, documentos técnicos e artigos. A partir do levantamento das características, foi possível qualificarmos e verificarmos a adequabilidade dos dois sistemas, com base nos aspectos tempo de reação, distância mínima de engajamento, zona de proteção, peso e preço, além dos requisitos técnicos da Nova VBC CC Corrente. Ao analisarmos os dois sistemas, o Rafael Trophy apresentou melhor desempenho geral e adequabilidade aos requisitos do novo CC inserido no contexto do projeto.

Palavras-chave: Projeto Nova Couraça. Sistemas de Proteção. Blindados.

ABSTRACT

ANTITANK WEAPONS IN THE UKRAINIAN CONFLICT: NEW POSSIBILITIES OF COUNTERMEASURE SYSTEMS IN TANKS

AUTHOR: Denilson Antônio Cavazzani Szkudlarek Junior

ADVISOR: Tadeu Machado Figueira

This monograph aims to present possibilities for the use of protection systems in the Tanks inserted in the context of the Nova Couraça Project, in the face of antitank weapons. The threat of these weapons has grown since their appearance in World War I to current conflicts such as the Russian-Ukrainian one. In view of the need to increase the survivability of tanks and seeking to preserve characteristics such as armored mobility, protection systems emerge as a great ally for armored vehicles. In the current market there are numerous possibilities of systems to be studied, however 2 of these stand out for their greater use and have already been used in conflicts. The Trophy and Arena systems, Israeli and Russian respectively, are systems capable of adapting to the possible insertion of these types of equipment in the Nova Couraça Project. For this, we sought to analyze the technical characteristics of both the new main battle tank undertaken by the project, the present Brazilian tanks, as well as the antitank weapons and the APS, based on manuals, technical documents, and articles. From the survey of the characteristics, it was possible to qualify and verify the suitability of the two systems, based on the aspects of reaction time, minimum engagement distance, protection zone, weight and price, in addition to the technical requirements of the New VBC CC. When analyzing the two systems, Rafael Trophy showed better overall performance and suitability to the requirements of the new CC inserted in the context of the project.

Keywords: Nova Couraça Project. Protection Systems. Armor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Blindado T-72 Destruído.....	12
Figura 2 – Classificação Gerações CC	16
Figura 3 – Blindagem <i>Leopard</i> 1A 5.....	17
Figura 4 – Blindagem M60 A3 TTS.....	19
Figura 5 – Aspectos Capacidade de sobrevivência	20
Figura 6 – 1º Geração MAC	22
Figura 7 – Evolução Gerações MAC.....	23
Figura 8 – Partes do Javelin.....	24
Figura 9 – NLAW.....	25
Figura 10 – Ogivas e RPG-7	27
Figura 11 – Funcionamento <i>Hard Kill</i> e <i>Soft Kill</i>	28
Figura 12 – APS no mundo	29
Figura 13 – Rafael <i>Trophy Abrams</i>	30
Figura 14 – Arena T-80	32
Figura 15 – Zonas de Proteção APS.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características <i>Leopard 1A 5 BR</i>	17
Tabela 2 – Características M60 A3 TTS	18
Tabela 3 – Dados RPG-7	27
Tabela 4 – Dados Rafael <i>Trophy</i>	31
Tabela 5 – Dados KBM Arena	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Anticarro
VBCCC	Viatura Blindada de Combate Carro de Combate
AAC	Armamento Anticarro
BTG	<i>Battalion Tactical Group</i>
ECEME	Escola de Comando e Estado Maior do Exército
EB	Exército Brasileiro
MAC	Míssil Anticarro
MACLOS	<i>Manual Command to Line of Sight</i>
SACLOS	<i>Semi-automatic Command to Line of Sight</i>
CLU	<i>Command Launch Unit</i>
NLAW	<i>Next generation Light Anti-tank Weapon</i>
HE	<i>High Explosive</i>
APS	<i>Active Protection System</i>
m/s	Metros por segundo
MEM	Material de Emprego Militar
ATGM	<i>Anti-tank Guided Missile</i>
KMW	Krauss Maffei Wegmann
CC	Carro de Combate
RTA	Requisitos técnicos absolutos
RTD	Requisitos técnicos desejáveis

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	CARROS DE COMBATE BRASILEIROS	15
2.1.1	<i>Leopard 1A 5</i>	16
2.1.2	M60 A3 TTS	18
2.2	PROJETO NOVA COURAÇA.....	19
2.3	ARMAS ANTICARRO (AAC)	21
2.3.1	FGM-148 <i>Javelin</i>	23
2.3.2	<i>NLAW</i>	25
2.3.3	RPG -7	26
2.4	SISTEMAS DE PROTEÇÃO	28
2.4.1	Rafael Trophy	30
2.4.2	Arena	31
3	REFERENCIAL METODOLÓGICO	34
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	34
3.2	MÉTODOS.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	TEMPO DE REAÇÃO	35
4.2	DISTÂNCIA MÍNIMA DE ENGAJAMENTO	35
4.3	ZONA DE PROTEÇÃO.....	36
4.4	PESO	36
4.5	PREÇO	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A viatura blindada de combate teve sua primeira aparição em 1916 durante a 1ª Grande Guerra Mundial, com o britânico *Mark-1*. Este esboço inicial de um blindado procurou dar mais dinamismo ao combate na referida guerra, o qual se encontrava extremamente entrancheirado no período da Guerra de Trincheiras (1915 a 1918). Após, esse conflito, os meios blindados foram evoluindo e ganhando maior espaço nas forças terrestres, sendo um dos seus subtipos a Viatura Blindada de Combate Carro de Combate (VBC CC).

O conceito de VBC CC surgiu após a batalha de Moscou em 1941, com a viatura soviética T-34/76, um veículo motorizado, de forte blindagem, apreciável poder de fogo, que se movimentava sobre lagartas, sendo dotado de agilidade e mobilidade. (MONTEIRO, 2017).

A partir de então, foi necessária a criação de armas capazes de destruir esses meios a partir da tropa a pé, de modo a não ficar dependente de outro veículo para realizar a destruição do blindado. Assim, surgiu as armas anticarro (AAC), inicialmente sendo utilizados explosivos manuais, granadas de mão e rifles especializados como o alemão *Tankgewehr M1918*. (ZALOGA, 2018), que preconizou a criação de um armamento específico para deter os blindados.

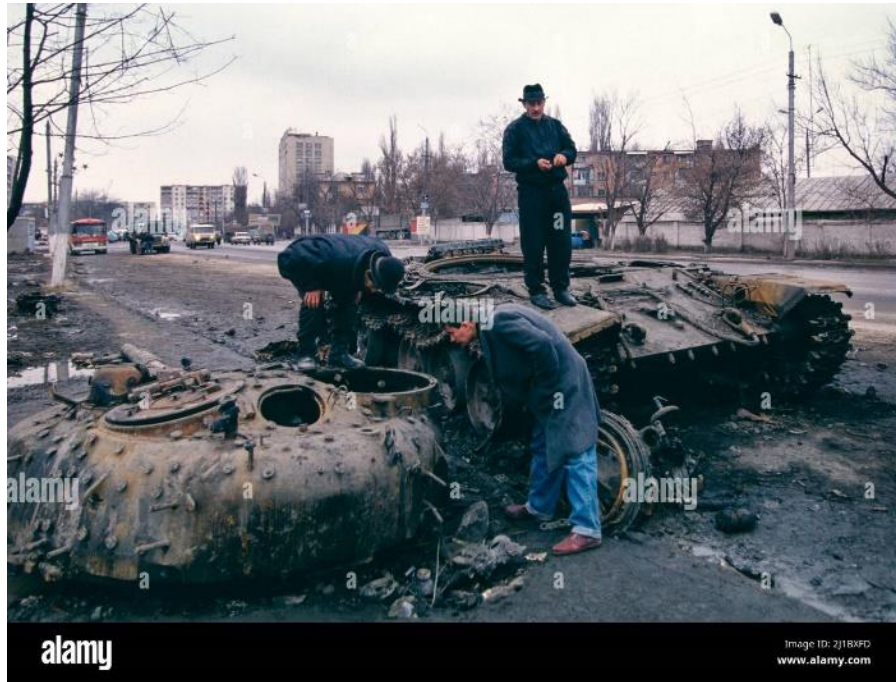
O aumento da utilização das armas anticarro é concomitante à utilização de veículos blindados, bem como a tecnologia necessária para destruí-los. Na 1ª Guerra Mundial, o uso dos blindados foi incipiente, bem como das armas anticarro. Porém, com a 2ª Guerra Mundial, as viaturas blindadas passaram a ter grande influência nas doutrinas militares, por exemplo na “*Blitzkrieg*” alemã.

Com a aparição das AAC, as VBC CC, então, necessitaram tanto de novas táticas de emprego nos locais em que se encontram tais armamentos, quanto sistemas contramedidas e blindagens capazes de diminuir ou anular os efeitos dessas armas nos veículos, sendo que a adição de mais blindagem nos veículos acarreta aumento no seu peso e diminuição da performance do blindado. A alternativa, então, passou a ser a criação de sistemas que permitam aumentar a proteção dos carros de combate, sem o aumento excessivo do peso da viatura. Portanto, surgiram os sistemas de proteção que se classificam em dois grupos: passivos e ativos.

Os conflitos no cenário atual estão localizados principalmente em áreas urbanas, nos quais o emprego das armas anticarro são facilitadas, principalmente por permitirem a exploração das partes mais sensíveis dos blindados, como o motor, periscópios e escotilhas.

Conflitos os quais as armas anticarro possuíram grande participação, como exemplo, são a Guerra da Chechênia (1994), Guerra da Síria e no atual conflito da Rússia e Ucrânia (2022).

Figura 1 – Blindado T-72 Destruído



Fonte: ALAMY (1994)

A Guerra Ucrânia e Rússia, iniciada em 24 de fevereiro de 2022, evidenciou a utilização de novas técnicas táticas e procedimentos, a cada momento em que o conflito ainda não encerrado, avança. O Conflito ocorre em sua grande maioria em áreas urbanas, com utilização ampla de tropas blindadas, bem como de carros de combate por parte das tropas russas as quais empregam muitos blindados por meio de tropas combinadas denominadas BTG (*Battalion Tactical Groups*).

Assim, as tropas Ucrânicas, visando deter os principais elementos dos BTG, utilizam de AAC dos mais variados tipos e gerações, principalmente em ambientes urbanos nos quais os carros têm suas vulnerabilidades exploradas, como destaca o Coronel Alexandre Moreira da ECEME:

Muito do sucesso do emprego do Javelin e de outros sistemas anticarro, como o NLAW britânico, o Panzerfaust III alemão, e o Carl Gustaf M4 sueco, deve-se à tática conduzida pelos ucranianos neste conflito, a qual direcionou os russos para atuarem em ambientes urbanos, locais onde os carros de combate apresentam inúmeras vulnerabilidades, as quais, sabiamente, foram exploradas pelos ucranianos. (GAZETA DO POVO, 2022).

Dessa forma, os sistemas de proteção foram boa alternativa para os CC, pois permitem aumento da taxa de sobrevivência sem, no entanto, o acréscimo das dimensões e peso dos carros de combate, além de sua possibilidade de emprego conjunto com outras melhorias nas blindagens reativas, eletromagnéticas e dinâmicas, conhecido como sistemas de proteção híbrida.

No contexto atual do Exército Brasileiro, não há a adoção de nenhum sistema de proteção para suas viaturas blindadas. Dessa forma, viaturas como *Leopard 1 A5* e o *M60 A3 TTS*, utilizadas como carro de combate, possuem certa vulnerabilidade à armamentos anticarro. Face a isto, o projeto nova couraça, concebido pela Portaria número 162, do Boletim número 26 do Exército Brasileiro, busca a adoção de uma nova VBC CC. Dentro dos requisitos operacionais básicos dessa nova viatura, foi considerada a adequabilidade com sistemas de proteção.

Portanto, tendo em vista os conflitos recentes, como o conflito entre a Rússia e a Ucrânia citado anteriormente, existe por parte das Forças Armadas a necessidade de adoção de sistemas de proteção para seus carros de combate, devido à ameaça crescente dos armamentos anticarro. O Brasil, no entanto, não possui nenhum carro de combate que possua sistemas de proteção, sejam eles ativos ou passivos. Dessa forma, surge a seguinte questão, acerca do projeto nova couraça: quais sistemas de proteção ativos podem ser adotados na atualização dos carros de combate brasileiros?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os sistemas de proteção de viaturas blindadas que possuam adequabilidade ao Projeto Nova Couraça.

1.1.2 Objetivos Específicos

Expor as características dos Carros de Combate utilizados, atualmente, pelo Exército Brasileiro;

Apresentar os requisitos operacionais do Projeto Nova Couraça;

Apresentar armamentos anticarro presentes na atualidade;

Comparar os sistemas de proteção ativa *Trophy* e *Arena*;

Qualificar a adequabilidade dos sistemas de proteção ao Projeto Nova Couraça.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No intuito de definirmos qual sistema de proteção ativa possui melhor adequabilidade em uma possível utilização nos carros de combate inseridos dentro dos requisitos do projeto nova couraça, buscou-se observar os requisitos operacionais existentes no projeto, principalmente relativos à capacidade de proteção do carro de combate, expor as características dos armamentos e sistemas de proteção ativa, bem como aspectos dos carros de combate utilizados pelo Exército Brasileiro. Com a revisão da literatura, foi feito levantamento das qualidades técnicas dos materiais de emprego militar, permitindo futura comparação e qualificação dos sistemas de proteção analisados ao projeto nova couraça.

As fontes de consulta utilizadas foram os manuais: CI - Armas Anticarro – Experimental (2000), FM 3-22.37 *Javelin-Close Combat Missile System* (2008) e Manual EB70-MT-11.403. Também foram utilizados artigos científicos, Portarias, instruções provisórias, publicações das fabricantes e trabalhos científicos acerca dos materiais de emprego militar (MEM) e dados obtidos do simulador *Steel Beasts*.

2.1 CARROS DE COMBATE BRASILEIROS

No cenário atual do EB, os carros de combate utilizados são de 2 tipos: o M60 A3 TTS e o *Leopard 1A 5 BR*. O primeiro possui utilização concentrada em apenas uma organização militar do Exército Brasileiro, o 20º Regimento de Cavalaria Blindado em Campo Grande (MS). O blindado alemão, por sua vez, está presente nas demais unidades da Cavalaria Blindada e de Carros de Combate, sendo, portanto, o principal carro de combate presente na força terrestre. Os carros de combate podem ser classificados da seguinte maneira, conforme aponta Hilmes (1987):

Figura 2 – Classificação Gerações CC

Geração	Principais Características	Exemplos
2ª Geração Pós-Guerra 1960 a 1970	Equipamentos ativos de visão noturna (geralmente infravermelhos); estabilização primária do armamento principal; computador balístico mecânico; proteção Química, Biológica e Nuclear. A maioria dos CC ocidentais desta geração estava armada canhão de 105 mm ou derivados.	M60, M60A1, T-62, Leopard 1/A1/A2/A3.
1ª Geração Intermediária 1970 a 1980	As viaturas mantêm as características da anteriores e possuem melhorias no seu Poder de Fogo com equipamentos passivos de visão noturna (geralmente termais); utilizam sistemas de controle de tiro mais sofisticados, na sua maioria computadorizados; estabilização dos sistemas de direção e controle de tiro. Alguns possuem, ainda, blindagem espaçada.	M60 A3, M60 A3TTS , T-64, T72, Leopard 1A4/A5 , Merkava Mk1, TAM.
3ª Geração Pós-Guerra 1980 em diante	Sistemas de direção e controle de tiro bem mais sofisticados que os anteriores; aumento de sensores para apoiar a realização do tiro; computadores de tiro digitais, e sistemas computadorizados de controle de tiro estabilizado, que permitem disparar em movimento; probabilidade de acerto muito alta em alvos a até 2.000 metros de distância. Em sua maioria, possuem blindagens compostas.	M1 Abrams, Challenger, T-80, Leopard 2.

Fonte: MESQUITA (2019)

Os Carros de combate brasileiros apresentam, então, características gerais da 1ª Geração Intermediária, possuindo capacidade de proteção inferior ao da 3ª geração Pós-Guerra por conta da sua blindagem, e a inexistência de sistemas de proteção na época. Logo, as características dos CC utilizados pelo EB foram expostos nos subitens a seguir.

2.1.1 *Leopard 1A 5*

O CC *Leopard 1 A5* foi adquirido em um acordo junto a *Krauss-Maffei Wegmann* (KMW), totalizando a compra de 250 viaturas as quais foram substituindo inicialmente as viaturas *Leopard 1 A1* e posteriormente os M60. (DEMORI, 2020). A versão *Leopard 1 A5 BR* é a modificação da viatura com a adição dos dispositivos de segurança: a utilização de cilindros de nitrogênio no sistema de incêndio e dispositivo de segurança na escotilha do comandante e motorista, conforme o Manual EB70-MT-11.403.

Tabela – 1 Características Leopard 1 A5 BR

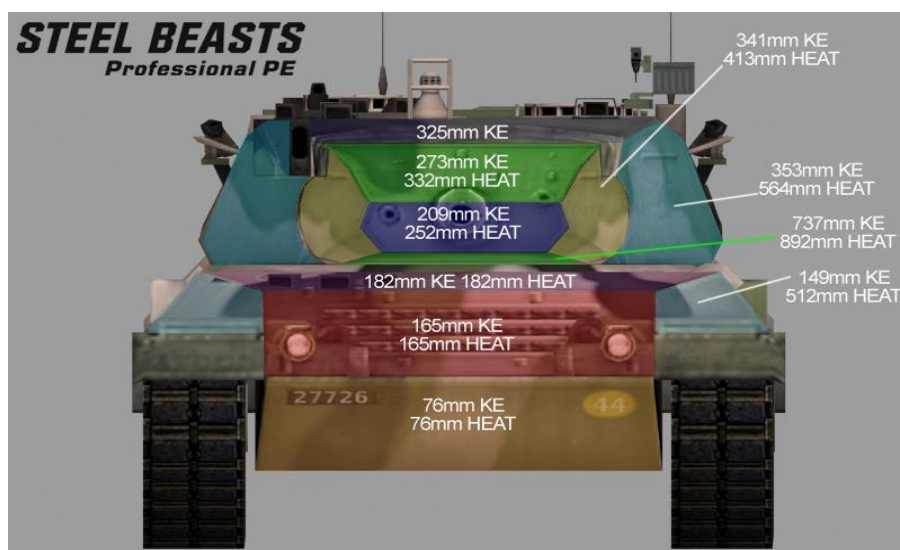
Características Leopard 1 A5 BR			
Guarnição	4 homens	Velocidade	Frente: 62 km/h Ré: 24 km/h
Armamento Principal	Can 105 mm L7 A3		
Armamento Secundário	Mtr Coax 7,62 m MG3A1 Mtr AAe 7,62 mm MG3	Empaiolamento	Mun 105 mm – 55 tiros; 7,62 mm - 5.500 Car Granadas fumígenas 77 mm – 16 unidades Granadas de mão – 4 unidades
Lançadores Fumígenos	8 Lç Fum de 77 mm.		

Fonte: AUTOR (2023)

A blindagem do *Leopard 1A 5 BR* está dividida em dois grandes grupos: a blindagem com face endurecida (2º processo) e blindagem espaçada. A Face endurecida está concentrada principalmente no chassi e na torre eficiente contra munições de carga oca e cinética, já a espaçada é utilizada como uma blindagem adicional presente nas saias laterais e no escudo da torre.

A capacidade de penetração das munições na blindagem do *Leopard 1A 5*, segundo dados do Simulador *Steel Beasts*, considerando um ângulo de 90° em relação ao projétil, está distribuída frontalmente conforme imagem abaixo, sendo a Sigla KE utilizada para referir a munições de energia cinética, e a sigla *HEAT* munições de “carga oca”:

Figura 3 – Blindagem Leopard 1A 5



Fonte: STEEL BEASTS (2016)

Dessa forma, podemos concluir que o CC *Leopard* 1A5 BR possui defasagem tecnológica, principalmente em sua blindagem, frente à armamentos anticarros atuais os quais conseguem penetrar em sua blindagem na maioria de suas porções, sendo, conseqüentemente, necessário aumento de sua sobrevivência, aspecto esse abordado pelo projeto nova couraça.

2.1.2 M60 A3 TTS

O M60 é um carro de combate que foi desenvolvido nos Estados Unidos e que serviu e ainda é utilizado em várias forças armadas ao redor do mundo. O EB em 1997 adquiriu então 90 carros de combate M60 A3 TTS, por meio de um acordo com os Estados Unidos, que estava reformulando seus Carros de Combate com a adoção do M1 *Abrahams*. Segundo a IP 17-84, a Viatura Blindada de Combate - Carro de Combate M60 A3 TTS: “esta última versão foi dotada de um sistema de observação e pontaria que usa a visão termal em seus sistemas de pontaria. Tal inovação, aliada à capacidade de destruição de seus armamentos, deu a este CC excepcional letalidade e capacidade de sobrevivência no campo de batalha moderno”. A seguir foram apresentadas algumas características do blindado conforme a IP 17-84 (BRASIL, 2002):

Tabela 2 – Características M60 A3 TTS

Características M60 A3 TTS			
Guarnição	4 homens	Velocidade	Alta: 48,3 km/h Ré: 11,3 km/h
Armamento Principal	Can M68 de 105 mm		
Armamento Secundário	Mtr Coax M240 de 7,62 mm Mtr M85 Cal .50	Empaiolamento	7,62 m – 6000 tiros Cal .50 – 900 tiros Can M68 (105 mm) – 63 tiros Gr M239 SGL fumígenas - 24 Gr
Lançadores Fumígenos	02 (dois) modelo M239		

Fonte: AUTOR (2023)

Em relação à blindagem do M60 A3 TTS, é composta pela face endurecida de 2º processo, assim como o *Leopard* 1A 5, distribuídas de forma similar tanto na torre quanto com espessura máxima de 120 mm. (VERAS, 2014). Dessa forma, a capacidade de penetração contra projéteis *HEAT* encontra-se distribuída conforme esquema do simulador *Steel Beasts* abaixo:

Figura 4 – Blindagem M60 A3 TTS



Fonte: STEEL BEASTS (2023)

O M60 A3 TTS caracteriza-se como blindado de 1ª Geração Intermediária, assim como o *Leopard 1 A5*, além da grande similaridade na capacidade de proteção contra munições HEAT em relação a outra VBC CC brasileira.

Diante disso, países como Israel e Turquia, considerando também a debilidade contra AAC mais recentes, aplicaram pacotes de modernização em suas VBC CC M60, sendo estes blindados nomeados *Magach* ou *Sabra*, respectivamente, os quais consideraram um aspecto relevante, sobre a capacidade de sobrevivência, considerado também no Nova Couraça.

2.2 PROJETO NOVA COURAÇA

O projeto nova couraça surgiu em 2019 por meio da portaria nº 162-EME, de 12 de junho de 2019, nomeada como “Diretriz Estratégica para a Formulação Conceitual dos Meios Blindados do Exército Brasileiro”. Dessa forma, foi criado um Grupo de Trabalho (GT) o qual é responsável pela formulação conceitual dos meios blindados do exército. (MESQUITA, 2019). A formulação conceitual trata-se da criação de requisitos técnicos que as novas viaturas terão de atingir, sendo pela modernização das existentes ou pela aquisição de novos blindados. A portaria nº 162 (BRASIL, 2019) engloba a parte das viaturas blindadas de combate do M60

A3 TTS, *Leopard 1 A5*, Viatura Blindada de Combate de Fuzileiros, M109, *Gepard* e uma Viatura Blindada de Combate de Apoio de Fogo.

O projeto também destaca a necessidade de a curto prazo ser realizadas atualizações nos blindados já existentes, e a médio/longo prazo estimular a indústria nacional para o desenvolvimento de novos MEM blindados. Dentre as premissas previstas na portaria, estão: a indústria nacional, dosagem entre o adestramento e o pronto emprego, adoção de plataforma única, blindados projetados para equipamentos adicionais, máximo aproveitamento e a utilização de meios de simulação.

O Coronel Alexandre Mesquita (2019) ao analisar possíveis melhorias nos carros de combate advindos das formulações do Projeto Nova Couraça destaca 3 fatores: poder de fogo, mobilidade e capacidade de sobrevivência. Quanto a esse último fator, o autor destaca as seguintes medidas a serem adotadas:

Figura 5 – Aspectos Capacidade de Sobrevivência

Medidas de proteção	Proteções balísticas, lâminas (dozers), contramedidas (Idt ótica, elétricas, fumígenos, etc).
Desenho do Carro	Layout interno de estocagem; facilidade de fuga da guarnição, após atingida; controles de emergências e redundâncias; e compartimentos no interior do veículo.

Fonte: MESQUITA (2019)

O Nova Couraça, no que tange os carros de combate, têm seus requisitos propostos pela EB20-RTLI-04.066 de 2022. Os requisitos técnicos absolutos (RTA) e os desejáveis (RTD) da viatura em relação à sua capacidade de proteção e os sistemas de proteção são os seguintes:

RTA 12 - Possuir Peso Bruto Total (PBT) máximo de 50.000 kg (cinquenta mil quilogramas), incluindo a munição do Sistema de Armas e guarnição equipada embarcada.

RTA 29 - Possuir, no compartimento de combate, no mínimo, blindagem equivalente à capacidade atual do veículo *Leopard 1A5 BR*.

RTD 7 - Possuir condições de receber sistemas de proteção ativa hard kill ou soft kill.

RTD 8 - Possuir condições de receber sistema de detecção e alerta de incidência de raios laser com cobertura horizontal de 360° (trezentos e sessenta graus) e vertical de 45° (quarenta e cinco graus).

RTD 12 - Possuir condições de receber à frente, flancos e retaguarda, locais de maior vulnerabilidade e incidência de impactos, proteção adicional complementar externa tipo blindagem reativa ou passiva que impeça a penetração de munição do tipo lança-rojão, com cabeça de guerra *HEAT* até 84 mm (oitenta e quatro milímetros) lançada por arma leve anticarro.

Portanto, os RTD e RTA mencionados no regulamento da VBC CC Corrente, e as ideias propostas por Mesquita (2019), podem ser atingidos direta ou indiretamente por meio da

utilização de sistemas de proteção ativas tais quais o ARENA e o *Trophy*. Tendo em vista, as capacidades dos APS contra armamentos anticarro, bem como a presença desses em carros de combate, no tópico seguinte foram apresentados aspectos desses armamentos.

2.3 ARMAS ANTICARRO (AAC)

A definição de armamento anticarro refere-se a qualquer tipo de arma ou munição projetada com a finalidade de destruir ou neutralizar um Carro de combate ou Viatura Blindada através da perfuração de sua blindagem. (BRASIL, 2002). O especialista em forças militares terrestres Andrew Feickert (2016), destaca que esses armamentos passaram por um processo de proliferação a partir de 2006, no contexto dos conflitos no oriente médio, gerando grande preocupação nas forças armadas. O processo ainda é evidente no conflito atual russo-ucraniano, o qual tem-se utilizado em grande escala os armamentos anticarro.

Esses armamentos anticarro são classificados em 4 tipos, segundo Marracho (2010): Minas anticarro, Canhões sem recuo, Lança-Granada-Foguete e o Míssil Anticarro.

Conforme o Caderno de Instrução: Armas Anticarro, Experimental de 2000, as principais características dos mísseis anticarro são:

- Portabilidade: o míssil encontra-se no meio termo da portabilidade entre os lança-rojões e os CSR. No entanto, ele normalmente necessita de uma guarnição para ser transportado, armado e disparado;
- Leveza: como o CSR, ele é concebido como arma de apoio para infantaria, devendo ser, portanto suficientemente leve para acompanhar a linha de frente do combate (seu peso varia muito de modelo para modelo, podendo ser de 10 a 30 kg incluindo o lançador e a munição);
- Simplicidade de operação: O míssil é quase tão fácil de operar quanto um lança-rojão, facilitando em muito o adestramento de sua guarnição;
- Alto custo: é, sem dúvida, uma das armas AC mais caras, devido a alta tecnologia que envolve sua fabricação. Essa é a principal desvantagem do míssil, sendo necessário um grande esforço de guerra para sua fabricação em massa;
- Alto poder destrutivo: utilizando o princípio da carga oca ou da dupla carga oca, consegue penetrar a blindagem de qualquer viatura blindada, com exceção dos mais novos carros de combate que possuem blindagem composta;
- Grande alcance: o seu custo é pago pelo seu alcance e precisão. Um míssil pode atingir até 4 km, sendo equiparado ao alcance útil de Carros de Combate; - excelente precisão
- sua dirigibilidade em voo, quer manual, semiautomática ou automática torna seu tiro quase sempre certo.

Haja vista as principais características dessas armas anticarro, estes armamentos são divididos em 4ª geração de MAC, com base em seu sistema de rastreamento de alvos, velocidade do míssil e tecnologia aplicada.

O Caderno de Instrução: Armas Anticarro, Experimental de 2000 define como armamentos de 1ª geração os MAC que possuam o comando manual de linha de visada (*MACLOS*, sigla em inglês), no qual o operador após o disparo consegue alterar a trajetória do míssil utilizando um “*joystick*” através de uma ligação fio com o míssil. O mesmo caderno de instrução ainda destaca as seguintes desvantagens, que levaram à 2ª geração de MAC:

- (a) Baixa velocidade, conseqüentemente elevada duração de voo;
- (b) Relativa lentidão dos comandos de guiamento;
- (c) Dependência considerável do fio condutor para a transmissão dos sinais elétricos e de fatores humanos como: o cansaço e a emotividade;
- (d) Necessidade de um bom contato visual com o alvo e o míssil simultaneamente, durante a duração do voo,
- (e) Necessidade de treinamento intenso dos atiradores e seleção muito rigorosa dos mesmos.

Figura 6 – 1ª Geração MAC

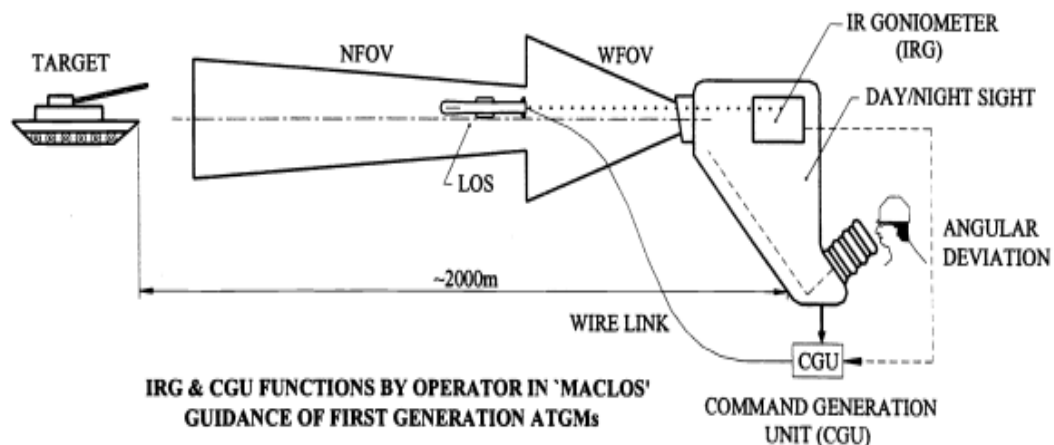


Fig. 1 SACLOS / MACLOS Guidance System

Fonte: IYER (1999)

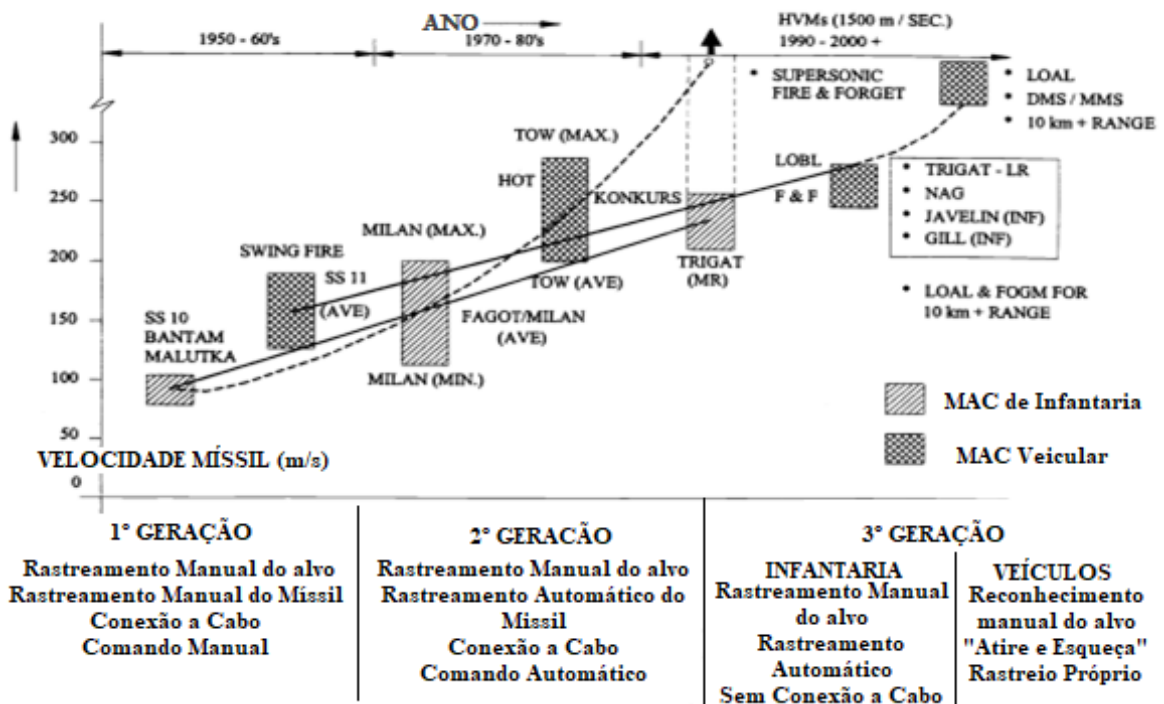
Já a 2ª Geração dos mísseis anticarro, possuem como evolução principal, frente à primeira, a utilização de um sistema semiautomático de linha de visada (*SACLOS*, sigla em inglês), diminuindo o erro do operador. Iyer (1999) destaca como principal desvantagem dessa geração, a capacidade de atingir apenas a frente ou as laterais do blindado.

Assim, chegamos na 3ª geração de MAC, que apresenta o autoguiamento por indireto por feixe *LASER* (*Beam-riding*) e o “atire e esqueça”, como cita o Caderno de Instrução: Armas Anticarro, Experimental de 2000. A capacidade do “sistema atire esqueça”, permite que o míssil manobre para ao alvo de forma autônoma, permitindo que o operador deixe a posição de tiro após o disparo.

São exemplos de armas anticarro dessa geração: *Javelin*, *Spike* e *Trigat*. (COSTA, 2000).

A última geração MAC é a 4ª, a qual possui capacidade de realizar desvios no míssil, conhecida como “Atire e atualize”, além de reunir os avanços advindos das gerações anteriores. Dessa forma, permite que o operador realize atualizações na trajetória do míssil, permitindo desviar de obstáculos. (FIGUEIRA, 2018). O armamento *NLAW* é um exemplo dessa geração.

Figura 7 – Evolução Gerações MAC



Fonte: IYER (1999), TRADUÇÃO DO AUTOR (2023)

Em síntese, a evolução dos armamentos anticarro buscou sempre aprimorar a capacidade de destruição das viaturas blindadas, atingindo o último grau tecnológico com os MAC de 4ª Geração, ganhando cada vez mais relevância nos campos de batalha, desde sua primeira aparição na 1ª Guerra. A seguir, foram apresentadas as características de armamentos anticarro presentes em conflitos atuais.

2.3.1 FGM-148 *Javelin*

A AAC FGM-148 *Javelin* é uma arma norte-americana produzida por um consórcio das empresas *Lockheed Martin* e *Raytheon*. Esse equipamento foi utilizado largamente no conflito do Afeganistão e Iraque com mais de 5000 engajamentos. No conflito entre a Ucrânia e a Rússia, o Estados Unidos já enviou à Ucrânia 5500 AAC *Javelin* como parte do pacote de ajuda

que o governo Norte-Americano fez ao país para deter o avanço do invasor Russo. (SHAPIRO; FULLER; KENIN, 2022).

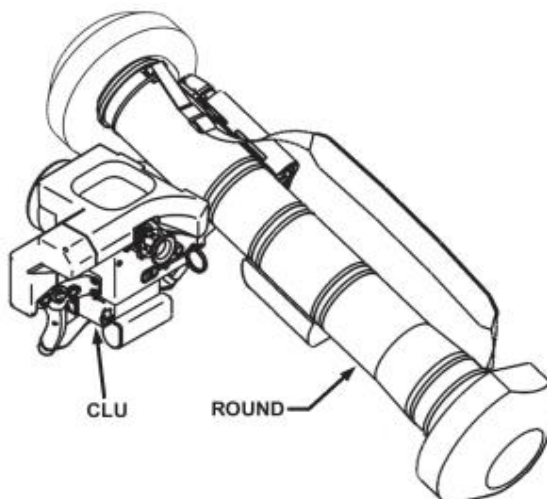
O *Javelin* é uma AAC que consiste em 2 partes principais: o sistema de comando de lançamento, sigla em inglês “*CLU*”, e uma munição. Pode ser utilizado tanto durante o dia, a noite e mesmo em condições adversas de visibilidade, possuindo a capacidade de ser operado individualmente ou por até com 3 militares, além de possuir visão termal em seu sistema de comando de lançamento. (USA, 2008, 1-1).

O FGM-148 possui a característica “Atire e Esqueça”, pertencente à 3ª geração de AAC, permitindo que o operador realize o engajamento do alvo e se abrigue, não precisando estar guiando o míssil para o alvo. O *Javelin* possui distância efetiva de engajamento máxima de 2 km e tempo de vôo de seu míssil de 14 segundos dentro da distância máxima. (USA, 2008, 1-3).

No seu *CLU* existem 2 sistemas de tiro possíveis: o Tiro Direto e o Ataque por cima. O Tiro Direto permite que o míssil após ter definido o alvo o atinja de maneira direta na frente, lateral e traseira do alvo a ser engajado. A distância mínima para engajar o alvo é de 65 metros e a máxima é de 2 km. (USA, 2008, 1-18).

O Tiro por cima (*top-attack*) é o modo padrão utilizado pelo *Javelin*, que permite que o míssil realize uma trajetória que alcance o topo do alvo, gerando aumento na possibilidade de destruição dos blindados, visto que estes possuem pouca blindagem na parte superior do veículo. O míssil do *Javelin* nesse modo atinge a altura de 160 metros, viajando para o alvo e ao fim atacando-o por cima. Esse modo, no entanto, não permite a utilização caso os veículos estejam sob coberturas. (USA, 2008, 1-17).

Figura 8 – Partes do *Javelin*



O Míssil do *Javelin*, possui uma ogiva com 2 cargas: a carga precursora e a carga principal. A carga precursora é composta por uma carga auto explosiva, a qual possui a função de detonar as cargas reativas ou adicionais presentes nos blindados. Assim, permite que a carga principal atinja diretamente a blindagem principal da viatura, expondo dessa forma o blindado. Já a carga principal da ogiva é, também, uma carga auto explosiva moldada que atinge, após a ação da carga precursora, a blindagem principal do blindado (USA, 2008, 1-15).

Esses fatores combinados, a tecnologia “atire e esqueça” e o “tiro por cima”, tornam o FGM-148 uma grande ameaça às guarnições blindadas, principalmente ao meio mais nobre da Cavalaria, o Carro de Combate. Os carros, tendo em vista essas ameaças, tomam tanto medidas ativas quanto passivas para evitar a destruição ocorrida pela utilização dessa AAC.

2.3.2 NLAW

A *NLAW*, sigla de Arma Anticarro leve da nova geração, é uma AAC produzida pela empresa Sueca SAAB, utilizado pela Suécia, Finlândia, Indonésia, Luxemburgo, Malásia, Arábia Saudita, Suíça, Ucrânia e Reino Unido. Este armamento também está sendo amplamente utilizado no conflito entre a Ucrânia e a Rússia, sendo entregues mais de 4.000 dessas armas ao exército ucraniano por meio da ajuda fornecida pelas forças armadas do Reino Unido. (MINISTÉRIO DA DEFESA DO REINO UNIDO, 2022).

Esse equipamento possui a característica de ser um da 4ª geração de AAC, com a utilização da característica de atualizar o rastreamento do alvo, sendo operado apenas por um militar. É um armamento descartável, de curto alcance e leve, pesando apenas 11,6 kg. (ARMY RECOGNITION, 2022).

Figura 9 – NLAW



Fonte: ARMY RECOGNITION (2022)

O míssil do *NLAW* é capaz de perfurar blindagens de 400 a 650mm, sendo capaz de ser disparado apenas a 20 metros do alvo, podendo atingir blindados até a 600 metros. O míssil é guiado por meio de uma previsão de linha de tiro, dessa forma o operador consegue rastrear o movimento do veículo e disparar, sem mesmo saber a distância ou permanecer com a mira no alvo. (ARMY RECOGNITION, 2022)

Já seu sistema de mira, possui tanto a função de Tiro Direto quanto Ataque por cima, com mira ótica com ampliação de 2,5 vezes. Por conta do seu sistema de previsão de linha de tiro, o alvo após ser rastreado por até 3 segundos têm seus movimentos calculados. Portanto, o seu sistema de orientação do míssil não pode ser bloqueado, diferentemente de sistemas que utilizam o travamento no veículo.

Por conta das características deste equipamento, seu uso pelo exército Ucrâniano tem aumentado, e o *NLAW* é um equipamento de grande desafio para os Carros de Combate, tendo em vista que possui um sistema de orientação diferente da maioria das AAC.

2.3.3 RPG -7

Em 1958, inicia-se na União Soviética o processo de substituição da AAC RPG-2 através do desenvolvimento de armamento novo, o qual deveria possuir melhor precisão, maior alcance e um projétil mais letal. De maneira concomitante, foram desenvolvidos 2 projetos que posteriormente seriam nomeados de RPG-4 e o RPG-7, sendo este último eleito como vencedor e produzido em larga escala a partir de 1962. O RPG-7 é um armamento de grande uso, inclusive cenário atual, sendo utilizado por 90 países e diversas guerrilhas e grupos terroristas. (ROTTMAN, 2010).

O RPG-7 possui diversas versões, como o RPG-7D (versão paraquedista), RPG-7V (visão noturna), RPG-7V1 (com bipé). Esse AAC possui diversos tipos de ogivas como: *HEAT*, HE, HE/Fragmentária e Termobárica. (ROTTMAN, 2010), ogivas, essas que possuem pesos e calibres variados.

Figura 10 – Ogivas e RPG-7



Fonte: ROTTMAN (2010)

O “*TRADOC BULLETIN 3. SOVIET RPG-7 ANTITANK GRANADE LAUCHER*” do Exército Americano apresenta aspectos técnicos sobre o RPG-7 utilizando a ogiva PG-7, conforme a tabela a seguir:

Tabela 3 – Dados RPG-7

DADOS TÉCNICOS RPG-7			
CALIBRE	Tubo: 40 mm Ogiva: 85 mm	VELOCIDADE (máxima)	294 m/s
PESO	8,62 Kg	COMPRIMENTO	96 cm
ALCANCE	Máximo: 900 m Meio Ótico: 500 m	PENETRAÇÃO BLINDAGEM (0°)	33 cm

Fonte: AUTOR (2023)

O RPG-7 é caracterizado por ser um armamento simples, sendo seus meios mais complexos as ogivas e o sistemas óticos. Portanto, possui baixo custo, rápida produção, fácil manutenção e treinamento, além de possuir grande confiabilidade e letalidade (ROTTMAN,2010). Esses aspectos, foram observados em diversos conflitos como: a Guerra do Vietnam (1955), Yom Kippur (1973), Guerra no Golfo (1990), Guerra Civil na Síria (2011).

Portanto, o RPG ainda é muito utilizado nos conflitos atuais tornando-se uma fonte de testes para a eficácia da capacidade da proteção dos veículos blindados, incluindo dos sistemas de proteção que serão abordados no próximo tópico.

2.4 SISTEMAS DE PROTEÇÃO

Os sistemas de proteção surgiram como alternativa para o aumento da sobrevivência das viaturas blindadas frente às munições disparadas contra as viaturas blindadas. Estes sistemas têm o intuito de prover maior sobrevivência contra mísseis anticarro guiados (ATGM, sigla em inglês) e munições auto explosivas (HE, sigla em inglês). São classificados em 2 tipos: sistemas de proteção ativa (APS, sigla em inglês) e sistemas de proteção passiva.

Os sistemas de proteção ativa têm por finalidade interceptar, destruir ou confundir munições inimigas que visam atingir as viaturas blindadas, eliminando-as ou as reduzindo (JESUS, 2019). A proteção ativa ainda possui duas classificações distintas: *Soft Kill* ou *Hard Kill*.

Figura 11 – Funcionamento *Hard-Kill* e *Soft-Kill*



Fonte: GRASWALD (2019)

Os APS *Hard-Kill* são os sistemas de proteção os quais utilizam de outras munições para interceptar projéteis inimigos, gerando zona de proteção envolvendo a viatura. (JESUS, 2019). O 1º sistema registrado foi o *Drozd*, de origem russa, equipando o carro de combate T-55, que possuía sistemas de foguetes de curto alcance que atingiam o projétil inimigo. Tal sistema, no entanto, gerava consequências negativas tanto para o blindado, e principalmente para a infantaria próxima. O *Drozd*, foi usado no conflito no Afeganistão em 1980, e registrou uma efetividade de 80% contra os lança granada RPG. (BLAKELY; CLEMENS; HARMEYER, 1998).

A partir desse primeiro modelo de sistema de proteção ativos, foram desenvolvidos outros sistemas por países como Israel, Reino Unido, Turquia, China e Ucrânia. Dentre estes, podemos destacar os APS *Hard kill: Trophy; Iron First* e *Arena*.

Além dos APS *Hard Kill*, existem ainda os sistemas *Soft-Kill* que utilizam de lançadores de fumígenos, bloqueadores rádio (*jammers*) e outras medidas visando bloquear ou degradar a orientação de mísseis e foguetes, causando desvio de sua trajetória ou sua detonação prévia.

Os APS *Soft Kill Shotor-1* trata-se de um bloqueador eletro-óptico que interfere equipamentos que utilizam o sistema *SACLOS*, reduzindo de 3 a 5 vezes a chance de o carro de combate ser atingido. (WARFORD, 1997). Esse sistema ainda orienta a torre na direção geral do impulso, interceptado a ameaça, além de disparar fumígenos, buscando atrapalhar o rastreamento do míssil. A tabela abaixo apresenta alguns dos APS em uso e desenvolvimento no mundo:

Figura 12 – APS no mundo

APS	FABRICANTE	PAÍS DE ORIGEM	TIPO	CONDIÇÃO
Quick Kill	Raytheon	EUA	Hard Kill	Em teste
Iron Curtain	Artis	EUA	Hard kill	Em teste
RAVEN	BAE	Reino Unido	Soft Kill	Em teste
AMAP-ADS	Rheinmetall	Alemanha	Hard Kill	Operacional (1)
MUSS	EADS	França/Alemanha	Soft Kill	Operacional (2)
AKKOR	Aselsan	Turquia	Hard Kill	Em teste
KAPS	ADD	Coreia do Sul	Hard Kill	Operacional (3)
-	Norinco	China	Soft Kill	Operacional (4)
LEDS-50 MK2	SAAB	Suécia	Soft Kill	Operacional (5)
Galix	Lacroix Company	França	Soft Kill	Operacional (6)
Zaslon	Microtek	Ucrânia	Hard Kill	Operacional (7)
EFA	VOP	Republica Checa	Hard Kill	Em teste

(1) Carro de Combate Leopard 2SG do Exército de Singapura.

(2) Viatura Blindada de Combate de Fuzileiros (VBC Fuz) Puma do Exército da Alemanha.

(3) Carro de combate K2 *Black Panther* do Exército da Coreia do Sul.

(4) Carro de combate Type 99 do Exército da China.

(5) VBC Fuz CV9035 do Exército da Holanda.

(6) Carro de combate *Leclerc* do Exército da França; carro de combate *Stridsvagn 122* e VBC Fuz CV90 do Exército da Suécia; veículos blindados LAV VI do Exército do Canadá; carro de combate *Ariete* e veículo blindado *Centauro* do Exército da Itália; carro de combate *Leclerc*, VBTP BMP3 e M113, obuseiros autopropulsados G6 *Rhino* e M109 e os veículos blindados RG-31 *Nyala* e NIMR Dcan do Exército dos Emirados Árabes Unidos (EAU).

(7) Carro de combate T-84M *Oplot* do Exército da Tailândia.

Fonte: JESUS (2019)

Tanto o sistema *Hard Kill* quanto o *Soft Kill* invariavelmente alteraram a eficiência das armas anticarro nos combates. Dessa forma, os APS passaram por evoluções, bem como alguns tornaram-se ineficientes contra novos armamentos nos campos de batalha. Dentro dos sistemas

de proteção ativa *hard-kill*, se destacam dois sistemas: o Rafael *Trophy* e o Arena, que foram apresentados nos seguintes tópicos.

2.4.1 Rafael *Trophy*

O sistema de proteção ativa “*hard-kill*” *Trophy* é produzido pela empresa israelense RAFAEL, sendo um sistema contramedidas à foguetes, mísseis antitanque e munições auto explosivas. Esse sistema, inclusive, já foi utilizado em combate por tropas israelenses durante operações na faixa de Gaza no carro de combate *MERKAVA* 4, e já dispõe de 500 mil horas em operação.

A instalação do sistema *Trophy* inclui no CC quatro antenas colocadas ao redor do veículo, que realizam a detecção de uma ameaça ao veículo. Ao ser detectada, obtém-se a trajetória da munição e é definido um ponto de intercepção. Logo, são lançadas munições auto explosivas múltiplas que destroem a ameaça. (JESUS, 2019). O tempo de reação para a neutralização da ameaça pelo sistema é de 300 a 350 milésimos. (Gyula,2020).

Figura 13 – Rafael *Trophy Abrams*



Fonte: AOS (2018)

O sistema é capaz de também engajar mais de um míssil disparado simultaneamente, bem como definir se o míssil irá atingir o veículo diretamente ou não, conforme teste realizado pelo Governo dos Estados Unidos. (FELDMAN, 2006), além de possuir tempo de reação de 300 a 350 milésimos

Conforme dados da empresa Rafael, o *Trophy* opera realizando cobertura 360° da viatura, além de ter cobertura estendida em elevação. As tropas, se desembarcadas próximas a um veículo equipado com a proteção ativa, ficam também protegidas pelo sistema. (LEONARDO DSR, 2019). O APS da empresa Rafael possui preço de 350 mil dólares por carro de combate, preço considerado na transação do ano de 2019 na compra de 261 sistemas feito pelo Exército Americano para o carro de combate M1A2 *Abrams*. (GYULA,2020).

As distâncias mínimas de engajamento para determinado míssil anticarro podem ser calculadas com base no tempo de reação do APS e a velocidade máxima do projétil do armamento anticarro. A distância mínima de engajamento para o RPG-7 é de 103 metros, do armamento americano *Javelin* é 105 metros e para o armamento *NLAW* é de 70 metros. Esses dados foram sintetizados na tabela a seguir:

Tabela 4 – Dados Rafael Trophy

DADOS RAFAEL TROPHY				
TEMPO DE REAÇÃO	350 ms	DISTÂNCIA MÍNIMA DE ENGAJAMENTO	RPG-7	103 m
ZONA DE PROTEÇÃO	360°		JAVELIN	105 m
PESO	820 Kg		NLAW	70 m
PREÇO	350 mil USD			

Fonte: AUTOR (2023)

Por conta dessas características que permitem um ganho eficaz na capacidade de proteção, no Exército do Estados Unidos, o sistema vem sendo adquirido para equipar o blindado M1A2 *Abrams*, visando atender requisitos operacionais da viatura, bem como pode ser aplicado em uma atualização nos CC brasileiros.

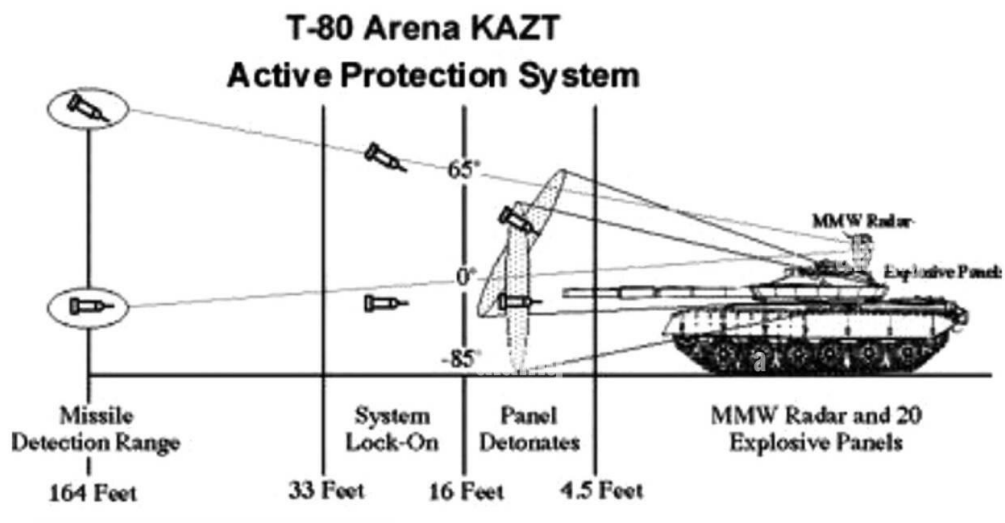
2.4.2 Arena

O sistema de proteção ativo Arena foi desenvolvido em 1993, após o grande número de baixas de carros de combate, estimado em 300 blindados russos durante a guerra da Chechênia, diante da ineficiência do sistema existente na época: o *Drodz*. O Arena foi desenvolvido visando, principalmente, combater as RPG “*Rocket-propelled grenade*” utilizadas a curta distância nas cidades, pelos chechenos.

O Arena consiste em uma proteção ativa do tipo “*hard-kill*” utilizando-se do lançamento de um projétil explosivo que destrói o alvo. O sistema é capaz de proteger o carro de combate em 300°, deixando uma zona morta na retaguarda. (BLAKELY; CLEMENS; HARMEYER, 1998).

O Carro de combate é equipado com um radar multidirecional e 20 alojamentos de granadas ao redor da torre. O tempo de reação do APS é de 0,07 segundos, localizando munições que se aproximem do CC a 50 metros em uma velocidade entre 70 e 700 metros por segundo. Ao atingir de 7,8 a 10,06 metros do alvo, a granada armazenada no alojamento da torre do CC é disparada, eliminando a ameaça. (BLAKELY; CLEMENS; HARMEYER, 1998). Com base na velocidade de reação, as distâncias mínimas de engajamento para o RPG-7 são de 206 m, do *Javelin* é de 210 metros e para o *NLAW* é 140 metros. O peso total do russo ARENA é de 1100 kg (KBM).

Figura 14 – Arena T-80



Fonte: ALAMY (2018)

O sistema é capaz de operar de dia e de noite em qualquer situação climática, e ainda não responde à projéteis de baixo calibre e munições que não atinjam o blindado, evitando assim a sua ativação desnecessária. No entanto, oferece risco a tropa desembarcada próxima ao blindado, tendo em vista uma zona de explosão de 20 a 30 próxima ao CC. O ARENA já obteve sucesso tanto na destruição de munições AC, advindas de AAC portáteis como a americana AT-4 e britânica LAW-80, quanto contra AAC montadas como a BGM-71 TOW, *MILAN* e *HELLFIRE*. (BLAKELY; CLEMENS; HARMEYER, 1998).

Diante disso, em 2012 a Coreia do Sul recebeu a oferta de compra para equipar os carros de combate K2 *Black Panther* com o sistema russo pelo valor de 300 mil dólares. (WEI, 2012). Os dados principais do ARENA relevantes ao estudo foram relacionados na seguinte tabela:

Tabela 5 – Dados KBM Arena

DADOS KBM ARENA				
TEMPO DE REAÇÃO	700 ms	DISTÂNCIA MÍNIMA DE ENGAJAMENTO	RPG-7	206 m
ZONA DE PROTEÇÃO	300°		JAVELIN	210 m
PESO	1100 Kg		NLAW	140 m
PREÇO	300 mil USD (2012) 335 mil USD (2019)			

Fonte: AUTOR (2023)

Dessarte, o APS Arena, apesar de ter sido desenvolvido na década de 90, por conta de seus aspectos técnicos possui grande efetividade e ainda é utilizado pelos blindados T-72 e T-80 russos, que estão presente no conflito atual entre a Rússia e a Ucrânia, podendo, portanto, ser considerado em uma aquisição de um APS para os blindados brasileiros.

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE PESQUISA

O tipo de pesquisa adotado foi a pesquisa bibliográfica qualitativa, sendo utilizadas fontes tanto primárias quanto secundárias a respeito dos aspectos técnicos dos sistemas contramedidas *TROPHY* e *ARENA*, avaliando a adequabilidade nos carros de combate com base nos requisitos operacionais. A pesquisa bibliográfica, conforme Köche (2000, p. 122) é definida como “a que se desenvolve tentando explicar um problema, utilizando o conhecimento disponível a partir das teorias publicadas em livros ou obras congêneres”. Além disso, a observação de aspectos qualitativos deve-se não somente à avaliação de técnicas estatísticas, mas também a aspectos subjetivos. (AMAN, 2019, p. 57).

3.2 MÉTODOS

O método de pesquisa utilizado foi o indutivo, o qual a partir de premissas menores pode-se chegar a um conhecimento geral. Dessa forma, a partir da análise de dados experimentais documentados sobre as características e eficiência dos sistemas contramedidas, pode-se obter um pressuposto geral sobre a eficácia de cada APS, permitindo compará-los, a fim de definirmos qual desses sistemas é mais eficiente para o CC idealizado pelo Projeto Nova Couraça.

A análise dos sistemas de proteção ativa ocorreu por método comparativo entre os dois sistemas de proteção ativa, *Arena* e *Trophy*, além da avaliação da capacidade de proteção contra os armamentos anticarro RPG-7, FGM-148 *Javelin* e *NLAW*. Por meio dessa análise, foi possível constatar as limitações dos APS, bem como suas capacidades, permitindo qualificá-los.

Por fim, foi discutido acerca da possibilidade da utilização de contramedidas nos carros de combate brasileiros, dentro do contexto do projeto nova couraça.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após expostas as características dos blindados em utilização pelo EB, o projeto nova couraça e os requisitos operacionais básicos, além de aspectos gerais dos armamentos anticarro RPG-7, *Javelin* e *NLAW*, ademais generalidades sobre sistemas de proteção ativa, foram analisadas as particularidades dos APS Trophy e Arena como: Tempo de reação, Preço, Zona de Proteção e Peso.

Essas particularidades foram relacionadas com os requisitos operacionais, com o intuito de demonstrar qual dos dois equipamentos se sobrepõe e apresenta maior adequabilidade para uma possível utilização em um futuro carro de combate.

4.1 TEMPO DE REAÇÃO

O RTD 12 trata da adoção de uma proteção adicional que permita a maior capacidade do veículo receber ataques feitos por armas anticarro. Portanto, é importante analisarmos o Tempo de reação dos dois APS, que é o tempo necessário para o sistema detectar, engajar e neutralizar ameaça. O sistema RAFAEL *Trophy* apresenta tempo de reação de 300 a 350 milésimos. (GYULA, 2020) para enfrentar um alvo. Já o APS russo ARENA, apresenta tempo de reação de 700 milésimos (KBM).

Atendendo esse requisito operacional, fica evidente a melhor capacidade em detectar, engajar e neutralizar alvos pelo sistema israelense, pois ele possui um tempo de reação menor que o russo.

4.2 DISTÂNCIA MÍNIMA DE ENGAJAMENTO

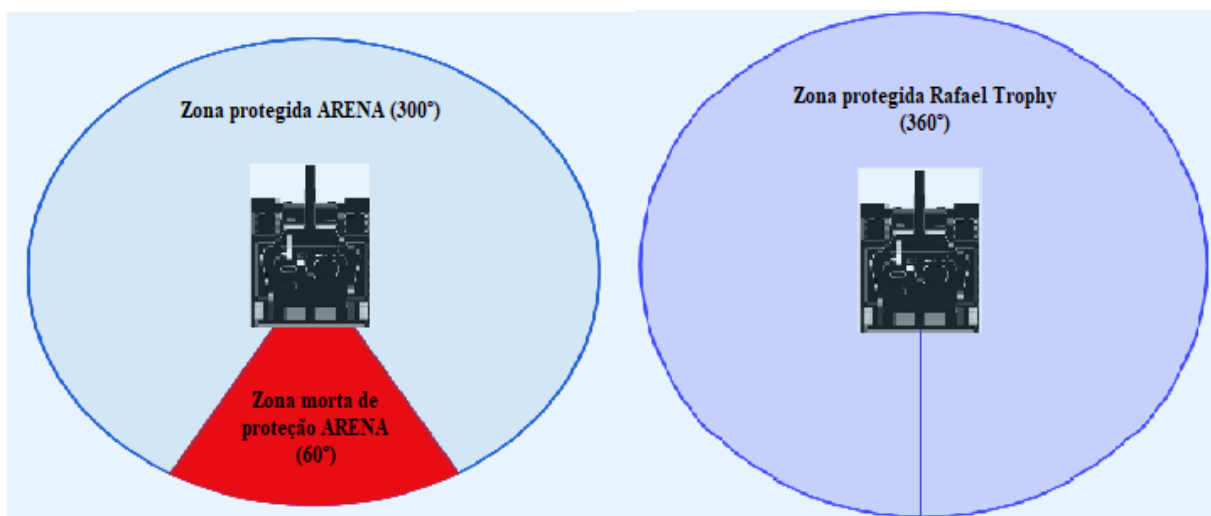
A distância mínima de engajamento é o espaço mínimo do qual o projétil do AAC é disparado e o APS consegue neutralizar a ameaça. Assim como o tempo de reação, nesse aspecto, o Requisito Técnico Desejável 12 é atingido. Com base nas distâncias mínimas de engajamento de cada APS para os armamentos RPG-7, *NLAW* e *Javelin*, obtêm-se que a distância mínima necessária do Arena é 2 vezes maior do que do *Trophy*.

Logo, o sistema *TROPHY*, nesse quesito, também possui vantagem em relação ao sistema russo, cumprindo melhor o RTD 12, pois esse permite melhor complemento na proteção contra armamentos anticarro.

4.3 ZONA DE PROTEÇÃO

A zona de proteção consiste no ângulo horizontal, o qual o APS consegue realizar cobertura do blindado, sendo este ângulo medido em graus e dependendo da posição a qual o sistema está instalado no Carro de Combate, tendo como referência o canhão da viatura. A zona de proteção é abordada pelo Requisito Técnico Desejável 8, o qual prevê que o sistema de proteção será capaz de realizar uma cobertura horizontal de 360°.

Figura 15 – Zonas de Proteção APS



Fonte: AUTOR (2023)

Portanto, no quesito Zona de Proteção, o APS *Trophy* apresenta melhor capacidade de intervir em uma ameaça, cumprindo o RTD 8, pois consegue cobrir como especificado uma cobertura horizontal de 360°. Já o sistema ARENA, não cumpre o mesmo requisito, podendo ter sua vulnerabilidade explorada, principalmente em locais em que a retaguarda da direção do canhão fique exposta a armamentos anticarro, na considerada “zona morta”.

4.4 PESO

Uma das vantagens relativas à utilização de APS está na menor adição de peso se comparada à adição de mais camadas de blindagem, visando o mesmo: o aumento da capacidade de sobrevivência do carro de combate. Apesar dessa vantagem, o peso do APS não é desprezível, haja visto a necessidade de ser atingido, conforme o Requisito Técnico Absoluto

12, o peso máximo do CC de 50 toneladas. Portanto, a comparação de peso entre os APS deve ser levada em consideração.

O APS *Trophy* também apresenta menor peso com 820 kg frente aos 1100 kg do sistema russo Arena, que possui massa de 1100 kg. Apesar da menor capacidade de empaiolamento do *Trophy*, o qual armazena até 17 munições (GYULA, 2020), enquanto o russo armazena de 22 a 26 munições (KBM). Logo, a adoção de *Trophy* permite maior vantagem quanto ao peso, permitindo o melhor cumprimento do RTA 12.

4.5 PREÇO

O fator preço é uma das variáveis consideradas na aquisição dos sistemas por parte das forças armadas, influenciando principalmente na quantidade de viaturas que irão receber o APS.

A diferença de preços entre os dois sistemas utilizando como base o ano de 2019 para os APS é de 15 mil dólares, sendo o menor valor o do Arena. Dessa forma, apesar da pequena diferença, se for considerada uma grande quantidade de veículos recebendo a atualização do APS, a compra do sistema russo torna-se mais vantajosa por conta de seu preço.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente monografia buscou analisar a adequabilidade de sistemas de proteção ativos que podem ser adotados na atualização dos carros de combate brasileiros. Tendo em vista que no cenário atual há uma crescente utilização de armamentos anticarro nos conflitos, tal qual o conflito recente entre Rússia e Ucrânia, e os carros de combate brasileiros não possuem grandes capacidades de proteção para deter essas ameaças.

No intuito de atingir os objetivos específicos, bem como criar as bases para atingir-se os outros dois objetivos específicos no capítulo resultado e discussões, o trabalho por meio do referencial teórico buscou apresentar as características dos carros de combates brasileiros, enfatizando a necessidade de maior capacidade de proteção para esses veículos, do projeto nova couraça a partir do levantamento dos principais Requisitos para um novo CC, além dos armamentos anticarro, a partir da apresentação de 3 armamentos utilizados nos conflitos atuais e as características dos sistemas de proteção, ressaltando os APS *Trophy* e *Arena*.

Quanto à metodologia do trabalho, foi feita a pesquisa bibliográfica por meio da consulta de fontes primárias e secundárias como manuais, livros, artigos científicos e monografias, utilizando os métodos indutivo e comparativo. No resultado e nas discussões, foi comparado os sistemas de proteção ativa da Rafael, o *Trophy* e da KBM, o *Arena*, relacionando com os requisitos técnicos da VBC CC Corrente inserida no projeto nova couraça. Dessa forma, conclui-se que o sistema de proteção ativa Rafael *Trophy* apresentou melhor desempenho geral, bem como atingiu os requisitos técnicos relativos aos sistemas de proteção ativa, apesar de perder no aspecto preço para o sistema russo *Arena*.

Por conseguinte, o objetivo geral e problemática de analisar os sistemas de proteção de viaturas blindadas que possuam adequabilidade ao Projeto Nova Couraça, foi cumprido, pois ambos os sistemas possuem adequabilidade ao emprego em um futuro carro de combate, cumprindo o RTD 7, apesar das melhores capacidades e adequabilidade do APS da empresa Rafael. Além disso, no decorrer do estudo, observou-se que os temas sobre a modernização dos atuais carros de combate brasileiros, bem como a análise de Carros de combate atuais que cumpram os Requisitos Técnicos do Projeto Nova Couraça possuem relevância, por isso merecem ser aprofundados em outros estudos.

Logo, é notório que o novo carro de combate, sendo esse advindo da aquisição de CC novo ou da atualização dos CC existentes, pode ter sua proteção incrementada com a adição dos APS, e o EB estará, dessa forma, acompanhando uma evolução tecnológica que ocorre em diversas forças armadas do mundo.

REFERÊNCIAS

AMAN. Academia Militar das Agulhas Negras. **Iniciação à Pesquisa Científica**. 2. ed. Academia Militar das Agulhas Negras: Resende, 2019.

ALAMY. **First Chechen War, November 1994. Civilians look at a destroyed Russian T-72 tank on the street in Grozny, Chechnya**. 25 nov. 1994. Disponível em: <https://www.alamy.com/first-chechen-war-november-1994-civilians-look-at-a-destroyed-russian-t-72-tank-on-the-street-in-grozny-chechnya-image465556881.html?imageid=E1A857D8-7CB1-45B4-A47A-972C0ACA5BDD&p=32321&pn=1&searchId=4376fe828cd24a171540744614ea0069&searchtype=0>. Acesso em: 30 maio 2023.

ALAMY. **T-80 Aena KAZT active protection system**. 2018. <https://www.alamy.com/stock-photo-t-80-arena-kazt-active-protection-system-129730911.html>

AOS. **Atlantic Organization for Security. jun. 2018. Active Protection Systems for US Army: \$193M to Leonardo DRS and RAFAEL to Provide TROPHY**. Disponível em: <https://www.aofs.org/2018/06/28/active-protection-systems-for-us-army-193m-to-leonardo-drs-and-rafael-to-provide-trophy/>. Acesso em: 30 maio 2023.

ARMY RECOGNITION. **NLAW MBT LAW RB-57: Anti-tank man-portable short-range fire-and-forget missile – Sweden**. 29 abr 2022. Disponível em: https://www.armyrecognition.com/sweden_swedish_missile_systems_and_vehicles_uk/nlaw_mbt_law_rb-57_next_generation_light_anti-tank_missile_weapon.html. Acesso em: 17 abr. 2023

ARMY TECHNOLOGY. **Javelin Portable Anti-Tank Missile**. 14 mar. 2022. Disponível em: <https://www.army-technology.com/projects/javelin-portable-anti-tank-missile/>. Acesso em: 18 abr. 2022.

BLAKELY, L. T. C. T. A.; CLEMENS, J. T.; HARMEYER, M. G. G. H. Active Protective Systems: Impregnable Armor or Simply Enhanced Survivability? **Armor**. v. 107, n. 3, may./jun. 1998. Disponível em: https://www.benning.army.mil/Armor/eARMOR/content/issues/1998/MAY_JUN/ArmorMayJune1998web.pdf. Acesso em: 31 maio 2023.

BRASIL. Portaria - EME/C Ex nº 848, de 29 de agosto de 2022. Aprova os Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais da Viatura Blindada de Combate – Carro de Combate Corrente, VBC CC Corrente - (EB20- RTLI-04.066), 2. ed, 2022. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 ago. 2022. Disponível em: http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/10_requisitos_tecnicos_logisticos_e_industriais/port_n_848_eme_29ago2022.html. Acesso em: 20 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB70-MT-11.403: Viatura Blindada de Combate Carro de Combate Leopard 1ª 5BR**. 2020.

BRASIL. Portaria nº 162-EME, de 12 de junho de 2019. Aprova a Diretriz Estratégica para a Formulação Conceitual dos Meios Blindados do Exército Brasileiro e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **A viatura blindada de combate - carro de combate M60 A3 TTS**. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **Caderno de instrução armas anticarro**. Brasília, 2000.

COSTA, P. R. Mísseis Anticarro. **Desenvolvimento e Tecnologia**. v. 17, n. 1, 2020. Disponível em: https://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT_1_quad_2000/misseis_anticarro.pdf. Acesso em: 30 maio 2023.

DEMORI, G. C. **Comparação dos blindados M60 A3 TTS e Leopard 1 A 5 com os principais carros de combate da América do Sul**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2020.

FEICKERT, A. Army and Marine Corps Active Protection System (APS) Efforts. **Congressional Research Service**, p. 1-31, 30 ago. 2016. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1015880>. Acesso em: 15 mar. 2023.

FELDMAN, L. **For official use only until released by the committee on armed services United States house of representatives**. 21 set. 2006. Disponível em: https://www.globalsecurity.org/military/library/congress/2006_hr/060921-feldman.pdf. Acesso em: 30 maio 2023.

FIGUEIRA, T. M. **A influência do emprego de mísseis anticarro nas técnicas, táticas e procedimentos da força-tarefa esquadrão de carros de combate em operações desenvolvidas em áreas humanizadas**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2018.

GRASWALD, M. **Principle of active protection systems visualized for hard and soft kill effectors**. apr. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Principle-of-active-protection-systems-visualized-for-hard-and-soft-kill-effectors-4_fig1_338411502. Acesso em: 30 maio 2023.

GYULA, V. Trophy aktív páncélvédelmi rendszert kapnak az M1 Abrams és a Leopard 2 típusú harckocsik. **Haditechnika**. fev. 2020. Disponível em: http://real.mtak.hu/107566/1/HT_2020-2_Book_cikk_06.pdf. Acesso em: 30 maio 2023.

HILMES, R. **Main Battle Tanks: Developments in Design Since 1945** (English and German Edition). Williamsport: Potomac Books Inc, 1987.

IYER, N. R. Recent advances in antitank missile systems and technologies. **Photonic Systems and Applications in Defense and Manufacturing**, Singapore, v. 3898, p. 46-57, 1999.

JESUS, A. G. de. Sistemas de proteção ativa: revisão e análise de seu emprego no Exército Brasileiro. **Ação de Choque**. p. 50-57, 2019. Disponível em: <http://ebvistas.eb.mil.br/AC/article/view/3044/2447>. Acesso em: 17 maio 2023.

KBM. Joint stock company research and production corporation. Disponível em: <https://www.kbm.ru/en/production/saz/368.html>. Acesso em: 21 abr. 2023.

KÖCHE, J. C. Fundamentos da metodologia científica: teoria da ciência e prática de pesquisa. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

KOMARCHESQUI, B. O terror dos tanques russos: como os mísseis Javelin mudaram a Guerra na Ucrânia. Gazeta do Povo, Curitiba. 7 abr. 2022. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/mundo/como-os-javelins-defenderam-kiev-e-outras-cidades-ucranianas-dos-tanques-russos/>. Acesso em: 17 abr. 2022.

LEONARDO DSR. Trophy. 9 sep. 2019. Disponível em: https://www.leonardodrs.com/media/6346/trophy_datasheet.pdf. Acesso em: 19 abr. 2023.

MARRACHO, T. I. M212-Sistemas de Armas de Infantaria. Lisboa, 2010.

MESQUITA, A. Projeto Nova Couraça, *Roadmap* da tropa blindada do Brasil (Aço!). **Tecnologia e Defesa.** 19 set. 2019. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/projeto-nova-couraca-roadmap-da-tropa-blindada-do-brasil-aco/>. Acesso em: 5 abr. 2023.

MINISTRY OF DEFENCE. Defence Secretary meets NATO Defence Minister in Brussels. 16 mar. 2022. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/news/defence-secretary-meets-nato-defence-minister-in-brussels>. Acesso em: 17 abr. 2023

MONTEIRO, V. F. Carro de combate principal: estudo introdutório sobre sua origem e função. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Relações Internacionais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

ROTTMAN, G. L. The rocket propelled grenade. Oxford: Osprey Publishing, 2010.

SHAPIRO, A.; FULLER, J.; KENIN, J. Retired colonel on the rise of Javelin missiles, as Biden seeks to aid Ukraine. **NPR,** Washington, 13 maio 2022. Disponível em: <https://www.npr.org/2022/05/03/1096398193/retired-colonel-on-the-rise-of-javelin-missiles-as-biden-seeks-to-aid-ukraine>. Acesso em: 18 abr. 2023.

STEEL BEASTS. M60 A3 TTS. 2023. Disponível em: <http://www.steelbeasts.com/sbwiki/index.php?title=M60A3><http://www.steelbeasts.com/sbwiki/index.php?title=M60A3>. Acesso em: 30 maio 2023.

STEEL BEASTS. Leopard AS1. 5 jun. 2016. Disponível em: http://www.steelbeasts.com/sbwiki/index.php?title=Leopard_AS1. Acesso em: 30 maio 2023.

USA ARMY TRAINING. Soviet RPG-7 antitank grenade launcher: capabilities and countermeasures. Virginia: US Army Training and Doctrine Command, 1996. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA393159.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2023.

USA. US ARMY. FM 3-22.37: Javelin - Close Combat Missile System, Medium. Washington: Headquarters, Department of the Army, 2013.

USA. United States Army Training and Doctrine Command. nov. 1976. Tradoc Bulletin 3.

VERAS, T. E. S. Comparação do carro de combate M60 A3 TTS, da 4a BDA C MEC, com os carros de combate dos países limítrofes ao CMO. **Ação de Choque**. p. 22-31, 2014.

WARFORD, J. M. The Russian T-90S: Coming into Focus. **Armor**, p. 26-28, sep./oct. 1997.

WEI, S. Южная корея разрабатывает систему активной защиты кавс. **Army Guide**. 1 mar. 2012. Disponível em:http://www.army-guide.com/rus/article/article_2109.html. Acesso em: 15 maio 2023.

ZALOGA, S. J. **The Anti-Tank Rifle**. Reino Unido: Osprey Publishing, 2018.