

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

Rodrigo Reis Agostinho

**ANÁLISE COMPARATIVA DA MODERNIZAÇÃO DA VBCCC LEOPARD 1 A5 BR
FACE À AQUISIÇÃO DA VBCCC LEOPARD 2 A4 NA VERSÃO CHILENA**

**Resende
2022**



**APÊNDICE II AO ANEXO B (NITCC) ÀS DIRETRIZES PARA A
GOVERNANÇA DA PESQUISA ACADÊMICA NA AMAN**

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

**AMAN
2022**

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

TÍTULO DO TRABALHO: ANÁLISE COMPARATIVA DA MODERNIZAÇÃO DA
VBCCC LEOPARD 1 A5 BR FACE À AQUISIÇÃO DA VBCCC LEOPARD 2 A4 NA
VERSÃO CHILENA

AUTOR: RODRIGO REIS AGOSTINHO

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

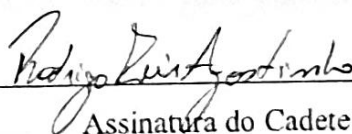
Autorizo a Academia Militar das Agulhas Negras a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em revista técnica da Escola ou outro veículo de comunicação do Exército.

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, 16 de junho de 2022


Assinatura do Cadete

Rodrigo Reis Agostinho

**ANÁLISE COMPARATIVA DA MODERNIZAÇÃO DA VBCCC LEOPARD 1 A5 BR
FACE À AQUISIÇÃO DA VBCCC LEOPARD 2 A4 NA VERSÃO CHILENA**

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 Cezar Dalla Pozza

Resende
2022

Dados internacionais de catalogação na fonte

A275a AGOSTINHO, Rodrigo Reis

Análise comparativa da modernização da VBCCC Leopard 1 A5 BR face à aquisição da VBCCC Leopard 2 A4 na versão chilena. / Rodrigo Reis Agostinho – Resende; 2022. 57 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Bruno Cezar Dalla Pozza
TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2022.

1.Leopard 1A5 BR 2.Leopoard 2A4 3.Modernização
4.Aquisição I. Título.

CDD: 355

Rodrigo Reis Agostinho

**ANÁLISE COMPARATIVA DA MODERNIZAÇÃO DA VBCCC LEOPARD 1
A5 BRFACE À AQUISIÇÃO DA VBCCC LEOPARD 2 A4 NA VERSÃO
CHILENA**

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 16 de junho de 2022.

Banca examinadora.

Bruno Cezar Dalla Pozza, Cap
(Presidente/Orientador)

Filipe Guedes Maicá, 1º Ten

Antônio Marcos Comoretto Gall Beviláqua, 1º Ten

Resende
2022

Dedico este trabalho a todos que de alguma maneira contribuíram nesse ciclo, em especial à minha família e aos meus camaradas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Silvio, exemplo de homem, fonte de inspiração, e Vera, fonte pura de amor, carinho e dedicação. Obrigado por terem permitido, mesmo com dificuldades de todo tipo, que eu tivesse a melhor educação possível, oferecendo base e apoio para que todo esse sonho tivesse um início e chegasse à conclusão.

Agradeço minha noiva, Fernanda, mulher sensível e carinhosa, que esperou os longos cinco anos de formação longe de mim. Obrigado por todo o apoio dado mesmo antes do ingresso na carreira, e durante a formação, estando sempre disposta a me ouvir e conversar, mostrando algum tipo de solução para os mais variados problemas.

Ao meu orientador, Cap Bruno Cezar Dalla Pozza, por ter dedicado tempo, conhecimento e fontes de consulta para o enriquecimento e finalização dessa monografia, sem sua ajuda não seria possível concluir com êxito a proposta escolhida para esse trabalho.

Por fim, a todos os meus amigos que estiveram comigo durante a jornada e também aqueles que estiveram de longe torcendo pelo meu sucesso e pela conquista da tão sonhada estrela do oficialato.

RESUMO

ANÁLISE COMPARATIVA DA MODERNIZAÇÃO DA VBCCC LEOPARD 1 A5 BR FACE À AQUISIÇÃO DA VBCCC LEOPARD 2 A4 NA VERSÃO CHILENA

AUTOR: Rodrigo Reis Agostinho
ORIENTADOR: Bruno Cezar Dalla Pozza

Esta monografia tem por finalidade buscar a solução de um problema que o Exército Brasileiro vem enfrentando, que é a defasagem tecnológica de sua Força Blindada. A atual VBCCC Leopard 1 A5 BR, mesmo com o recebimento de pacotes de modernização, ainda apresenta uma defasagem tecnológica evidente. A situação se agrava visto que a atual VBC se aproxima do fim de sua vida útil, e então as discussões acerca de possível modernização ou aquisição de nova VBC se tornam mais frequentes. Devido a fatores como manutenção do material, aproveitamento de conhecimento adquirido pelos quadros, presença da empresa detentora da tecnologia em território nacional, a VBCCC Leopard 2 A4, atualmente utilizada pelo Chile é forte candidata a possível resolução da problemática supracitada. O objetivo deste trabalho, portanto, é avaliar através de uma análise comparativa entre a VBCCC Leopard 1 A5 BR, frente a solução de compra da VBCCC Leopard 2 A4 CHL, objetivando atender majoritariamente os Requisitos Operacionais Absolutos, constantes na Portaria N° 027-EME, de 12 de fevereiro de 2020, no escopo das características relacionadas ao Poder de Fogo, Mobilidade, Proteção Blindada e Comunicações Amplas e Flexíveis, sugestionando ainda itens a serem incluídos no pacote de modernização. A pesquisa realizada a partir de estudos bibliográficos utilizou o método indutivo, pois a partir de uma necessidade de modernização ou substituição da atual VBC, realizou-se uma seleção dos Requisitos Operacionais Absolutos, e, além disso o método comparativo, tendo em vista que os Requisitos exigidos pelo Exército Brasileiro foram postos ao lado de características das VBC Leopard 1 A5 e VBC Leopard 2 A4, comparando-as. Dentro do escopo de Poder de Fogo foram analisados dados técnicos como armamento principal, alcance do mesmo, compartimento para munições, ajuste de posição de carregamento por parte do auxiliar, armamento secundário e sistema de observação e controle de tiro. No que tange a Mobilidade, buscamos analisar dados referentes à velocidade, pressão sobre o solo e relação peso/potência. No que está relacionado à Proteção Blindada foram analisados dados a respeito de espessura frontal e lateral, dimensões da superfície de impacto frontal e lateral, e sobre capacidade de perfuração de munições utilizadas. No que diz respeito às Comunicações Amplas e Flexíveis falou-se sobre equipamento rádio e sistema de gerenciamento do campo de batalha. Algumas das propostas de modernização foram troca da luneta do comandante, troca do canhão, automatização do armamento secundário, inserção de sistemas como *Dragon Eye*, *IronVision*, proteção ativa *Trophy*, adição de uma Unidade de Potência Auxiliar e de um Sistema de Gerenciamento de Capo de Batalha. Após o processo comparativo, concluímos que a VBCCC Leopard 2 A4 atendia grande parte dos Requisitos Operacionais Absolutos, que a VBCCC Leopard 1 A5 BR encontraria grande dificuldade para implantar um pacote de modernização, e que mesmo com esse pacote a VBC deixaria a desejar em alguns casos.

Palavras-chave: Leopard 1 A5 BR. Leopard 2 A4. Requisitos Operacionais Absolutos. Aquisição. Modernização.

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MODERNIZATION OF THE VBCCC LEOPARD 1 A5 BR FRONT OF THE ACQUISITION OF THE VBCCC LEOPARD 2 A4 IN THE CHILEAN VERSION

AUTHOR: Rodrigo Reis Agostinho
ADVISOR: Bruno Cezar Dalla Pozza

This monograph aims to seek a solution to a problem that the Brazilian Army has been facing, which is the technological gap of its Armored Force. The current VBCCC Leopard 1 A5 BR, even with the receipt of modernization packages, still has a clear technological gap. The situation worsens as the current VBC approaches the end of its useful life, and then discussions about possible modernization or acquisition of a new VBC become more frequent. Due to factors such as material maintenance, use of the knowledge acquired by the staff, presence of the company that owns the technology in the national territory, the VBCCC Leopard 2 A4, currently used by Chile, is a strong candidate for a possible resolution of the aforementioned problem. The objective of this work, therefore, is to evaluate through a comparative analysis between the VBCCC Leopard 1 A5 BR, against the purchase solution of the VBCCC Leopard 2 A4 CHL, aiming to meet mostly the Absolute Operational Requirements, contained in Ordinance N° 027-EME, of February 12, 2020, in the scope of features related to Firepower, Mobility, Armored Protection and Broad and Flexible Communications, further suggesting items to be included in the modernization package. The research carried out from bibliographic studies used the inductive method, because from a need for modernization or replacement of the current VBC, a selection of the Absolute Operational Requirements was carried out, and, in addition, the comparative method, considering that the Requirements demanded by the Brazilian Army were placed alongside the characteristics of the VBC Leopard 1 A5 and VBC Leopard 2 A4, comparing them. Within the scope of Firepower, technical data such as main armament, range of the same, ammunition compartment, adjustment of loading position by the auxiliary, secondary armament and observation and fire control system were analyzed. Regarding Mobility, we seek to analyze data referring to speed, pressure on the ground and weight/Power ratio. Regarding Armored Protection, data were analyzed regarding frontal and lateral thickness, dimensions of the frontal and lateral impact surface, and on the perforation capacity of ammunition used. With regard to Broad and Flexible Communications, radio equipment and battlefield management systems were discussed. Some of the modernization proposals were replacement of the commander's scope, replacement of Cannon, automation of secondary armament, insertion of systems such as Dragon Eye, IronVision, Trophy active protection, addition of an Auxiliary Power Unit and a Capo Management System of Battle. After the comparative process, we concluded that the VBCCC Leopard 2 A4 met most of the Absolute Operational Requirements, that the VBCCC Leopard 1 A5 BR would find it very difficult to implement a modernization package, and that even with this package the VBC would be lacking in some cases.

Keywords: Leopard 1 A5 BR. Leopard 2 A4. Absolute Operational Requirements. Acquisition. Modernization.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista de Requisitos Operacionais Absolutos extraídos do EB20-RO-04.056.....	25
Quadro 2 – Comparação entre os periscópios do comandante.....	36
Quadro 3 – Penetração estimada das munições utilizadas pela VBC Leopard 2 A4.....	40
Quadro 4 – Penetração estimada das munições utilizadas pela VBC Leopard 1 A5.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Munição desencartuchada.....	31
Figura 2 – Metralhadora MG 3 A1.....	35
Figura 3 – Metralhadora MG 3.....	35
Figura 4 – Luneta PERI R-17.....	36
Figura 5 – Blindagem composta.....	40
Figura 6 – Computador Tático Militar.....	42
Figura 7 – Luneta PERI RTWL.....	43
Figura 8 – Canhão 120mm L11.....	43
Figura 9 – Torre REMAX Guarani.....	44
Figura 10 – <i>Dragon Eye</i>	45
Figura 11 – <i>IronVision</i>	47
Figura 12 – Sistema de Proteção Ativa <i>Trophy</i>	49
Figura 13 – Software do Gerenciador do Campo de Batalha.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação do calibre do armamento principal, em milímetros.....	32
Gráfico 2 – Comparação do alcance, em metros, por dados de manual e dados pela prática.....	33
Gráfico 3 – Comparação do compartimento para munições na torre, em unidade.....	34
Gráfico 4 – Comparação da velocidade dos CC, em km/h.....	37
Gráfico 5 – Comparação da pressão sobre o solo, em kg/cm ²	38
Gráfico 6 – Comparação da relação peso/potência, em HP/ton.....	39
Gráfico 7 – Comparação das blindagens, frontal e lateral, em milímetros.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bda Cav Bld	Brigada de Cavalaria Blindada
BR	Brasil
C2	Comando e Controle
CCOMGEX	Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército
CC	Carro de Combate
CECOMBAC	Centro de Entrenamiento de Combate Acorazado Del Ejército
CHL	Chile
CIBld	Centro de Instrução de Blindados
COLOG	Comando Logístico
COTER	Comando de Operações Terrestres
DCT	Departamento de Ciência e Tecnologia
DEC	Departamento de Engenharia e Construção
EB	Exército Brasileiro
EME	Estado-Maior do Exército
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
F Bld	Força Blindada
F Ter	Força Terrestre
FT Bld	Força-Tarefa Blindada
GT	Grupo de Trabalho
GU	Guarnição
HP/ton	Horse Power por tonelada
kg/cm ²	quilograma por centímetro quadrado
km/h	quilômetros por hora
KMW	Krauss-Maffei Wegmann
m	metros
m/s	metros por segundo
m ²	metro quadrado
MBT	Main Battle Tank
MHz	Megahertz
mm	milímetros
RCC	Regimento de Carros de Combate
RO	Requisitos Operacionais

ROA	Requisitos Operacionais Absolutos
RS	Rio Grande do Sul
RTL	Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais
SLI	Sistema Logístico Integrado
SGCB	Subsistema Gerenciador de Campo de Batalha
SMEM	Sistemas e Materiais de Emprego Militar
VBC	Viatura Blindada de Combate
VBCCC	Viatura Blindada de Combate Carro de Combate
VBTP	Viatura Blindada de Transporte Pessoal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo geral.....	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 REVISÃO DA LITERATURA E ANTECEDENTES DO PROBLEMA.....	19
2.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA ARMA DE CAVALARIA.....	21
2.2.1 Potência de Fogo.....	21
2.2.2 Mobilidade.....	22
2.2.3 Proteção Blindada.....	23
2.2.4 Comunicações Amplas e Flexíveis.....	23
2.3 REQUISITOS OPERACIONAIS.....	25
2.4 POSSIBILIDADES DE SOLUÇÃO.....	26
3 REFERENCIAL METODOLÓGICO.....	28
3.1 MÉTODO DE PESQUISA.....	28
3.1.1 Seleção dos Requisitos Operacionais Absolutos.....	28
3.1.2 Apresentação e comparação das características das VBCCCs.....	28
3.1.3 Possibilidades de modernização.....	28
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	29
3.3 ETAPAS DA PESQUISA.....	29
3.4 INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
4.1 ANÁLISE COMPARATIVA.....	31
4.1.1 Potência de Fogo.....	31
4.1.1.1 Armamento principal.....	31
4.1.1.2 Armamento secundário.....	34
4.1.1.3 Sistema de observação e controle de tiro.....	35
4.1.2 Mobilidade.....	36
4.1.3 Proteção Blindada.....	39
4.1.4 Comunicações Amplas e Flexíveis.....	41
4.2 POSSIBILIDADES DE MODERNIZAÇÃO.....	42
4.2.1 Potência de fogo.....	42

4.2.2 Mobilidade.....	46
4.2.3 Proteção blindada.....	47
4.2.4 Comunicações amplas e flexíveis.....	49
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2021, as Forças Armadas comemoraram 100 anos do emprego de blindados. Através deste importante marco temporal, destaca-se que os desafios do combate não são vencidos somente com tropas bem preparadas, mas também com veículos potentes. Os Carros de Combate (CCs) foram desenvolvidos durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), época em que se destacaram os exércitos inglês, alemão e francês pela iniciativa da produção. Outrora em território nacional, incubiu-se o Marechal José Pessoa de impulsionar o projeto do Exército Brasileiro (EB) de proporcionar ao seu corpo de oficiais, melhores qualificações técnicas, teóricas, táticas e práticas. Contiguamente, como produto de sua implementação no Brasil, fruto de sua experiência em combate junto ao Exército Francês, o Brasil transpassa a pioneiro no emprego de blindados na América do Sul, trazendo para a Força Terrestre o que havia de mais moderno em doutrina e material de emprego militar para a época.

Através dos carros de combate francês Renault FT-17 se estabelece no Brasil o marco fundamental de emprego dos primeiros blindados a serem utilizados nos anos de 1920. Ao longo do tempo, diversos modelos de Carros de Combate foram adquiridos, na busca de uma continuação na formulação da doutrina de blindados, fazendo com que a Força Terrestre acompanhasse os grandes exércitos do mundo.

No transcurso da tentativa de trazer significativas mudanças para sua tropa blindada, promoveu-se a substituição do carro de combate M41, já obsoleto, pelos CCs Leopard 1 A1, ocasionando a evolução dos blindados no Brasil, dando início ao chamado Projeto Leopard. Nos anos 2000, o Exército Brasileiro na prossecução da fase de aquisições, adquiriu as Viaturas Blindadas de Combate Carros de Combate (VBCCCs) Leopard 1 A5 BR, uma versão que já contava com uma modernização nos seus sistemas de combate, modelo o qual a tropa já tinha experiência nas tarefas de manutenção e operação do conjunto mecânico, além do próprio emprego do carro, ocasionando, portanto, relevante incremento da operacionalidade.

Esse projeto acarretou em várias consequências positivas para nossas tropas, dentre as quais podemos citar o adestramento dos recursos, a implementação dos meios de simulação, modernas instalações aos RCCs (Regimento de Carros de Combate), a mentalidade de manutenção, entre outros.

Assim, é oportuno problematizar a questão de que, segundo Annes (2017), após cerca de 20 anos, a vida útil desses Carros de Combates está próxima de seu término, devido à

descontinuidade do fluxo de peças sobressalentes, suporte técnico e logístico, prevista para o ano de 2027. Diante dessa informação, o Exército Brasileiro contemplando o final do ciclo de vida dos atuais Leopard e visando soluções futuras, aprovou a Portaria Nº 162-EME, de 12 de junho de 2019 que contém a Diretriz Estratégica para a Formulação Conceitual dos Meios Blindados do Exército Brasileiro, com a finalidade de definir as estratégias para minimizar o hiato tecnológico atual dos blindados.

Analogamente, portanto, este trabalho de conclusão de curso objetiva explorar uma linha de ação viável, em curto prazo, para um problema que o Exército Brasileiro está prestes a vivenciar: a defasagem tecnológica e obsolescência de seu principal meio de guerra, a VBCCC Leopard 1 A5 BR. Dentre as várias possibilidades, duas se destacam no cenário atual: a modernização de 116 Viaturas Blindadas de Combate (VBCs), conforme o Boletim do Exército Nº52/2020, Portaria EME/C Ex Nº279, de 17 de dezembro de 2020 e a aquisição de um novo Carro de Combate, de acordo com a Portaria Nº 027-EME, de 12 de fevereiro de 2020 – Requisitos Operacionais da Viatura Blindada de Combate – Carro de Combate (EB20-RO-04.060).

Há de se expor ainda que no escopo do projeto de modernização da tropa blindada os Órgãos Internos do Exército responsáveis pela estrutura logística se reúnem para discutir os pareceres apresentados e decidir pela continuidade ou não do ciclo de vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM), levando em consideração as seguintes possibilidades: revitalização, repotencialização, modernização, e desativação dos SMEM corrente com a consequente obtenção de um novo. Dessa forma, em consonância às diretrizes do EB relativas aos SMEM que atingem o fim da vida útil ou, por motivos logísticos, doutrinários, técnicos, ou por uma combinação desses, deixa de cumprir adequadamente suas funções, a presente pesquisa busca, a partir das já conhecidas possibilidades e limitações, apresentar por meio de avaliação e comparação de características técnicas a VBCCC Leopard 2 A4 de emprego do Exército do Chile (CHL) como sendo esta solução viável, em curto prazo, para a adoção de uma nova frota de Carros de Combate para a Força Terrestre.

A VBCCC Leopard 2 A4, por consequência, vislumbra-se sendo essa alternativa de aquisição para a tropa blindada, a fim de atender os Requisitos Operacionais Absolutos (ROAs), mantendo a doutrina, a experiência com o material, o aproveitamento do conhecimento da tropa, sendo necessárias apenas algumas poucas adaptações, e também levando em consideração o fato de que existe uma missão permanente do Exército Brasileiro no Centro de Entrenamiento de Combate Acorazado del Ejército (CECOMBAC), na cidade de Iquique, Chile. Outro fato a ser considerado, é a continuação do Brasil no grupo LEOBEN

– composto por países que possuem as VBCCC da família Leopard – visto que essa situação tem trazido benefícios para a tropa brasileira por conta de reuniões esporádicas entre os membros para troca de conhecimento.

Portanto, diante desse cenário de necessidades de mudanças na Força Blindada (FBld) do Exército Brasileiro, e do contato que já existe com Carros de Combate da família Leopard, essa pesquisa justifica-se em realizar uma análise comparativa entre a VBCCC Leopard 1 A5 BR e a VBCCC Leopard 2 A4 CHL, delimitando nosso foco de pesquisa na parte técnica do material, pouco explorando a parte tática, buscando verificar se o Carro de Combate chileno atende os principais Requisitos Operacionais da Viatura Blindada de Combate – Carros de Combate determinados pela Força Terrestre (FTer), identificando aspectos como Poder de Fogo, Mobilidade, Proteção Blindada e Comunicações, justificando futura aquisição da nova VBCCC.

Outrossim, esses aspectos quando inseridos na comparação entre a VBC já existente na Força e sua correspondente alternativa de aquisição podem revelar vantagens e desvantagens e auxiliar no processo de modernização, seja no armamento, equipamento ou blindagem, bem como servir de critérios base para a aquisição de uma nova VBC no mercado internacional.

O presente trabalho está estruturado da seguinte maneira: o segundo capítulo será referente ao referencial teórico, apresentando uma revisão da literatura e antecedentes do problema, em que será abordada a necessidade de uma aproximação do Exército Brasileiro com Carros de Combate mais modernos. Após isso, será abordado o Grupo de Trabalho (GT) Nova Couraça e o Subprograma Forças Blindadas, com alguns de seus objetivos. Em seguida, serão apresentadas algumas das características básicas da Arma de Cavalaria e serão trazidos alguns dos Requisitos Operacionais Absolutos que servirão de base para o trabalho, relacionadas às características anteriormente citadas. Depois disso, serão elucidadas duas possibilidades de solução para esses ROAs, são elas: modernização do Leopard 1 A5 BR ou a aquisição do Leopard 2 A4 CHL. O terceiro capítulo será destinado ao referencial metodológico, no qual será citado o tipo e o método de pesquisa, mostrando aspectos que servirão de base para a análise comparativa, trabalhando sob perspectiva de três hipóteses. No quarto capítulo, serão apresentados os resultados e discussões, com a análise técnica de cada um dos dois CCs, no tocante ao Poder de Fogo, Mobilidade, Proteção Blindada e Comunicações. Sobre o Poder de fogo, será abordado o armamento principal, o secundário e o sistema de controle de tiro. Em relação à mobilidade, as características analisadas serão velocidade máxima, relação peso/potência e pressão sobre o solo. A parte de Proteção

Blindada abrange o tipo de blindagem, espessura, superfície de impacto, e dados sobre a penetração estimada de munições utilizadas por cada um dos carros. Sobre Comunicações Amplas e Flexíveis, foram levantadas medidas de comando e controle (C2). Ainda no quarto capítulo, serão apresentadas possibilidades de modernização para a VBCCC Leopard 1 A5 BR, na busca de fazer com que esse CC passe a cumprir alguns Requisitos selecionados e se aproxime, em aspectos técnicos, da VBCCC Leopard 2 A4 CHL. No quinto capítulo, finalizando o trabalho, será apresentada uma conclusão que abordará os Requisitos Operacionais que são cumpridos por cada um dos Carros de Combate em questão, e também de como as possíveis modernizações afetam o atual CC brasileiro, concluindo de maneira eficaz qual melhor linha de ação a ser tomada pelo Exército Brasileiro, considerando os aspectos técnicos citados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar através de uma análise comparativa entre a VBCCC Leopard 1 A5 BR, frente a solução de compra da VBCCC Leopard 2 A4 CHL, objetivando atender majoritariamente os Requisitos Operacionais Absolutos, constantes na Portaria Nº 027-EME, de 12 de fevereiro de 2020, no escopo das características relacionadas ao Poder de Fogo, Mobilidade, Proteção Blindada e Comunicações Amplas e Flexíveis, sugestionando ainda itens a serem incluídos no pacote de modernização.

1.1.2 Objetivos específicos

Identificar principais Requisitos Operacionais Absolutos constantes na Portaria Nº 027-EME, de 12 de fevereiro de 2020 – Requisitos Operacionais da Viatura Blindada de Combate – Carro de Combate (EB20-RO-04.060), no que se refere ao Poder de Fogo, Mobilidade, Proteção Blindada e Comunicações.

Apresentar características da VBCCC Leopard 2 A4 CHL e da VBCCC Leopard 1 A5 BR, no que se refere ao Poder de Fogo, Mobilidade, Proteção Blindada e Comunicações.

Realizar análise comparativa entre as VBCCC Leopard 1 A5 BR e VBCCC Leopard 2 A4 referentes ao Poder de Fogo, Mobilidade, Proteção Blindada e Comunicações, dentro do escopo dos ROA.

Apresentar sugestões de algumas possibilidades de modernização para as deficiências encontradas nas características da VBCCC Leopard 1 A5 BR.

Apontar a VBCCC Leopard 2 A4 como *Main Battle Tank* (MBT), preenchendo de melhor maneira os Requisitos Operacionais Absolutos necessários, como solução de aquisição.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 REVISÃO DA LITERATURA E ANTECEDENTES DO PROBLEMA

Com o advento cada vez mais veloz de novas tecnologias ao combate moderno, iniciamos o delineamento da pesquisa apresentando as principais diretrizes e portarias pelo Estado-Maior do Exército (EME) do Exército Brasileiro a respeito dos requisitos que se fazem necessários às novas forças blindadas, com ênfase na aquisição de uma moderna família de Viaturas Blindadas de Combate, bem como dos estudos prospectivos de modernização da atual VBCCC Leopard 1 A5 BR.

Paralelamente, no enfoque da literatura nacional e internacional, o presente trabalho se utiliza de considerações e definições dos principais autores para estabelecer os conceitos e as características básicas da arma de cavalaria que analogamente se buscam através da técnica do material associado às táticas e procedimentos para parametrizar os requisitos mais relevantes a serem analisados.

Algumas questões problemáticas podem ser identificadas na literatura acerca do tema. O Leopard 1 A5 BR está em serviço há quase 30 anos, e apesar do recebimento de pacotes de modernização em busca de certa aproximação dos Carros de Combate mais modernos, a defasagem tecnológica em relação a eles é evidente, crescendo de importância a busca da substituição desse CC.

A aquisição da nova família de blindados revitalizou a tropa blindada brasileira, desencadeando uma significativa mudança cultural no trato com os blindados. Contudo, o término da vida útil destes blindados está previsto para 2027. Findo esse prazo, há duas soluções possíveis: aplicar um kit de modernização e postergar seu descarte ou substituí-lo por um novo carro de combate ao término de sua vida útil. (ANNES, 2017)

A substituição das VBCCCs brasileiras é um assunto que tem ganhado força em discussões no âmbito do Exército Brasileiro, diante da defasagem tecnológica que nossa tropa blindada apresenta com nossos atuais Carros de Combate. Segundo Canéppelle (2018), a Força Blindada brasileira, com suas VBCCC Leopard 1 A5, se encontra em descompasso quando comparada a países como Chile, com suas VBCCC Leopard 2 A4, e Venezuela, com seus T-72 B1. A Colômbia está próxima da aquisição dos M1A1 ou A2 Abrams, devido à sua relação com os EUA. E o Peru, em 2013, testou o T-90 S (russo), na busca da substituição dos seus T-55.

Diante disso, foi criado em 2019 pelo Alto Comando do Exército, um grupo de trabalho, chamado GT Nova Couraça, que ficou responsável por gerar requisitos que a tropa blindada deve cumprir na busca de solucionar a carência apresentada.

Nesse viés e à semelhança do que ocorre atualmente no Exército dos Estados Unidos da América, o Comandante do Exército Brasileiro determinou a criação de um grupo de trabalho multidisciplinar, o chamado GT NOVA COURAÇA, organização chefiada pelo Cmt da Divisão Encouraçada. Em uma mobilização de recursos humanos sem precedentes nos últimos 20 anos, o GT proporciona o diálogo entre operadores, mecânicos, engenheiros militares, EME, COTER, COLOG, DCT, DEC, CCOMGEX e base industrial de defesa, de forma a traçar coerente formulação conceitual, adaptada à realidade nacional, com abordagem multifacetada e que aponte para soluções para o curto médio e longo prazo. Ao CIBld coube a honra de ser o relator de tão importante projeto, cujo objetivo é o de apontar soluções no tocante ao aprimoramento das capacidades de nossas brigadas blindadas e mecanizadas. (GEOVANINI, 2019)

Acompanhando o panorama mundial inserido no contexto da importância a que tange o referido tema, houve a gradação da mudança do grupo de trabalho para subprograma, conforme Portaria – EME/C Ex Nº 245, de 23 de novembro de 2020, que aprova a Diretriz de Implantação do Subprograma Forças Blindadas (EB20-D-08-048), para dar maior ênfase e importância a demanda atual.

b. Objetivos do Subprograma

- 1) Realizar a transformação e modernização das F Bld do EB, de tal forma que se obtenha a capacidade operacional compatível com as necessidades impostas pela F Ter, contribuindo com a prontidão operacional e capacidade dissuasória da Força constantes do Plano Estratégico do Exército, permitindo sua atuação efetiva segundo a concepção da Estratégia Nacional de Defesa (END).
- 2) Obter, por meio de aquisição, desenvolvimento, modernização ou outro método considerado adequado, SMEM atualizados que atendam às necessidades operacionais das unidades blindadas e mecanizadas do Exército Brasileiro, com viaturas blindadas de combate, de transporte de pessoal e especiais, dotadas de sistemas de armas, comando e controle (C2), e equipamentos especiais entregando capacidades como ação de choque, poder de fogo, proteção blindada, mobilidade, contramobilidade. [...]
- 5) Obter sistemas de treinamento e simulação que permitam o preparo adequado das guarnições blindadas do EB, sendo integráveis ao sistema de C2 em combate da F Ter e aos simuladores já existentes, quando tal integração constar do Requisito Operacional do simulador a ser obtido. [...]
- 10) Obter, por meio de modernização da Viatura Blindada de Combate Carro de Combate (VBC CC) **LEOPARD** 1A5 BR, SMEM atualizado e que atenda às necessidades operacionais da F Ter dotando-a de subsistemas C2 interoperáveis e de subsistemas de direção e controle de tiro, motorização, suspensão e armamentos com a maior comunalidade possível com as demais viaturas blindadas, atendendo os RO e os RTLI. [...]
- 12) Obter, preferencialmente, por meio de aquisição, a nova VBC CC, com o planejamento para implantação de oportuna e desejável produção local, garantindo SMEM atualizado que atenda às necessidades operacionais da F Ter, dotando-a de subsistemas C2 interoperáveis e de subsistemas de direção e controle de tiro, motorização, suspensão e armamentos com a maior comunalidade possível com as demais viaturas blindadas, atendendo os RO e os RTLI. [...]
- 14) Dotar o Subsistema Comunicações das viaturas de um efetivo sistema de transmissão eletrônica de voz, imagem e dados, de forma rápida e segura, proporcionando, em tempo real e em todos os níveis de decisão, a compreensão da

dinâmica das ações e a situação das tropas empregadas, integrados aos sistemas de C2 da Força Terrestre. [...]

17) Integrar os sistemas informatizados de C2, gerenciamento do campo de batalha, coordenação de fogos e direção de tiro, proporcionando o aumento da consciência situacional e a rapidez no atendimento das missões. (BOLETIM DO EXÉRCITO Nº48/2020, p. 101-102)

2.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA ARMA DE CAVALARIA

No escopo desse trabalho, buscar-se-á na inserção da análise, tanto a modernização da VBCCC Leopard 1 A5 BR como a possível aquisição da VBCCC Leopard 2 A4. Conforme o Manual de Campanha EB70-MC-10.222 A Cavalaria nas Operações (2018), não estamos abordando todas as características básicas, mas direcionando para a análise de dados relacionados à potência de fogo, mobilidade, proteção blindada e comunicações amplas e flexíveis, sem pormenorizar a ação de choque, pois essa é definida como a combinação das três primeiras já citadas. Portanto, faz-se necessária a conceituação, de acordo com as literaturas e conceitos pré-estabelecidos, o que versa a respeito desse tema.

2.2.1 Potência de Fogo

O poder de fogo de um CC é determinado pela capacidade que seus armamentos de dotação têm para abater ou neutralizar o inimigo. Em sua maioria, o canhão principal tem calibre de 105mm ou 120mm, de alma lisa ou raiada, e são acompanhados por metralhadoras coaxiais e antiaéreas, geralmente no calibre 7,62mm. Conforme o Manual de Campanha EB70-MC-10.222 A Cavalaria nas Operações (2018):

2.1.2.2 Potência de Fogo – é proporcionada pela variedade e pelo calibre do armamento de dotação de suas viaturas blindadas e mecanizadas, bem como pela capacidade de estocagem de munições nessas viaturas. (EB70-MC-10.222, 2018, p. 2-1)

Já ANNES, cita alguns dos principais itens a serem analisados para falar sobre a performance de um CC.

A performance de um CC é diretamente proporcional ao seu calibre, à cadência de tiro, à capacidade do seu sistema de controle de fogo e à sua capacidade de busca, aquisição e transferência de objetivos. (ANNES, 2010)

O livro *Achtung, Panzer!*, mostra nesse trecho que a potência das armas de fogo mostra muito sobre o poder ofensivo daquela tropa, e através disso busca a superação de posições defensivas do inimigo.

Por último, o poder ofensivo é necessário para impor sua vontade ao inimigo. O poder ofensivo normalmente é dado pela potência de armas de fogo modernas a fim de superar a proteção do inimigo. Além disso, o domínio psicológico (vontade) de tropas que avançam agressivamente contra o inimigo também faz parte do poder ofensivo, embora tal avanço possa resultar em significativas baixas para os atacantes. (GUDERIAN, 1937)

2.2.2 Mobilidade

A mobilidade de um Carro de Combate está diretamente ligada à sua ação de choque, que é a combinação entre mobilidade, poder de fogo e proteção blindada. Graças à mobilidade, podemos utilizar da surpresa para realizar ataques rápidos e decisivos, com manobras que possibilitam cercar ou perseguir o inimigo. Segundo o Manual de Campanha EB70-MC-10.222 A Cavalaria nas Operações (2018):

2.1.2.1 Mobilidade – é a característica primordial da Cavalaria, que permite a realização de manobras rápidas e flexíveis em terreno diversificado, bem como a obtenção, no mais alto grau, dos efeitos da aplicação do princípio da surpresa. (EB70-MC-10.222, 2018, p. 2-1)

Ainda nesse mesmo escopo, dentro da literatura nacional podemos verificar que:

A despeito de todas as medidas de proteção, o fator que garantirá à VBC maior capacidade de sobrevivência é a sua mobilidade, ou seja, a capacidade de ultrapassar obstáculos, realizar manobras rápidas e atingir maiores velocidades em terreno desfavorável. (ANNES, 2010)

Além disso, os carros de combate blindados permitem o cumprimento de missões de natureza ofensiva e que exijam grande capacidade de combate, fazendo com que a cavalaria possa realizar tarefas em grande profundidade no teatro de operações. (BRASIL, 2018)

Na Segunda Guerra Mundial, novas ideias foram lançadas no teatro de operações. A famosa tática militar utilizada pela Alemanha, Blitzkrieg ou guerra-relâmpago, realizada por forças móveis, dentre as quais se destacavam a utilização em massa de Carros de Combate em conjunto com outros meios, dentre eles a aviação, buscando a combinação entre surpresa, rapidez de manobra e brutalidade.

1.4 A GUERRA DE MOVIMENTO

1.4.1 Preconiza a busca da decisão da batalha terrestre por meio de ações ofensivas extremamente rápidas e profundas, convenientemente apoiadas, orientadas sobre segmentos vulneráveis do dispositivo do inimigo e conduzidas a cavaleiro dos eixos disponíveis, em frentes amplas e descontínuas. (EB70-MC-10.222, 2018, p. 1-2)

O Manual de Campanha, A Cavalaria nas Operações, descreve as características e a vocação de emprego da Brigada de Cavalaria Blindada (Bda Cav Bld), destacando ao final a devida importância à mobilidade, nos trechos a seguir:

“É uma GU cujas características principais são a ação de choque, a mobilidade, a potência de fogo e a proteção blindada. Deve ser empregada, prioritariamente, nas missões ofensivas altamente móveis, particularmente, as incursões, as manobras de flanco, o aproveitamento do êxito e a perseguição.” (BRASIL, 2018)

2.2.3 Proteção Blindada

A proteção blindada, conforme ANNES, está diretamente relacionada ao fator sobrevivência nos campos de batalha.

O grau de proteção proporcionada pela blindagem é um fator de sobrevivência nos campos de batalha. Normalmente, a proteção convencional de aço é capaz de impedir danos causados por projetis de metralhadoras, pequenos canhões e granadas alto-explosivas de artilharia. Para proteção contra munição especializada anti-carro, um considerável reforço na blindagem torna-se necessário, envolvendo considerável aumento de peso. (ANNES, 2010)

No livro *Achtung, Panzer!*, podemos ver os problemas que os exércitos tiveram que buscar solução para terem maiores chances de combate contra os novos CCs.

Os alemães, por sua vez, capturam o primeiro carro britânico, evidentemente um do primeiro lote. Realizaram testes contra blindagem do carro e concluíram que as únicas armas disponíveis para sua infantaria enfrentá-los eram as granadas SmK, carregadas com cartuchos especiais, e os morteiros lançadores de minas de baixa trajetória. (GUDERIAN, 1937)

No mesmo livro citado acima, verificamos conceitos de proteção, que vai desde construção de posições defensivas a partir da utilização do terreno, até o emprego de meios artificiais como blindagem dos carros de combate.

Proteção inclui tanto a segurança contra um ataque surpresa inimigo quanto proteções para permitir que as tropas ataquem ou defendam-se no campo de batalha. A proteção no campo de batalha pode ser alcançada utilizando posições defensivas (organização do terreno) e a própria feição do terreno (e obstáculos naturais) como proteção contra fogo inimigo, ou empregando meios artificiais como blindagem dos carros-de-combate. (GUDERIAN, 1937)

O Manual de Campanha EB70-MC-10.355 Forças-Tarefas Blindadas faz referência a proteção blindada quando tratada sob o conceito de uma Força-Tarefa Blindada (FT Bld).

2.3.5 A FT Bld é um elemento de manobra que apresenta como características:
c) proteção blindada – proporcionada pela blindagem de suas viaturas, capacitando-as a realizar o combate embarcado, com elevado grau de segurança para as guarnições, contra fogos de armas leves e fragmentos de granadas de morteiros e de artilharia. A capacidade de sobrevivência fornecida pela proteção blindada é fundamental para a realização de operações com o mínimo de baixas entre as tropas amigas, com reflexos na moral do combatente e no apoio da opinião pública. (EB70-MC-10.355, 2020, p. 2-3)

2.2.4 Comunicações Amplas e Flexíveis

Devido à ampla frente formada pelas frações de cavalaria, é imprescindível que o sistema de comunicações seja amplo e flexível, a fim de contribuir de maneira efetiva no cumprimento da missão. Segundo o Manual de Campanha EB70-MC-10.222 A Cavalaria nas Operações:

2.1.2.5 Sistema de Comunicações Amplo e Flexível – proporcionado pelos equipamentos de comunicações orgânicos dos meios blindados e mecanizados, que permitem estabelecer ligações rápidas entre os diversos escalões dos elementos de manobra, garantindo a coordenação das ações e a rápida transmissão de informações. (EB70-MC-10.222, 2018, p. 2-1)

Segundo o Caderno de Instrução EB70-CI-11.457 Pelotão de Cavalaria Mecanizado - Volume I, o Comando e Controle é executado por meio da liderança, dos processos de planejamento e dos meios de comunicações, além de destacar que a ação do comando não termina com a decisão, mas se estende ao acompanhamento das ações. Este Caderno traz uma definição exata das duas abordagens: Comando e Controle.

3.2.4 O COMANDO

- É a autoridade legalmente exercida pelo Cmt Pel C Mec e pelos seus Cmt Frações sobre os seus subordinados. Ele inclui a autoridade e a responsabilidade para a efetiva utilização dos recursos disponíveis para empregar, organizar, dirigir, coordenar e controlar a tropa sob seu comando para o cumprimento de missões atribuídas. (EB70-CI-11.457, 2021, p. 3-2)

3.2.5 O CONTROLE

- Define limites, calcula riscos, realoca recursos, estabelece requisitos e parâmetros, avalia o desempenho, identifica e corrige erros e verifica se as ações estão sendo cumpridas de acordo com a intenção do comandante. O Cmt Pel C Mec controla seu pelotão ao acompanhar a execução das ações de suas frações, avalia essa execução e as corrige, se necessário, para que não se desviem dos objetivos estabelecidos. (EB70-CI-11.457, 2021, p. 3-2)

No mesmo Caderno de Instrução citado acima, há um item que diz respeito ao Emprego dos Meios Rádio, que traz flexibilidade e rapidez na prática do C2.

3.2.5 Emprego dos Meios Rádio

a) As comunicações rádio proporcionam grande flexibilidade e rapidez, porém são pouco confiáveis e vulneráveis à guerra eletrônica. O rádio é considerado o menos seguro dos meios de comunicações. Normalmente, é empregado em situações de movimento, por permitir grande flexibilidade para o exercício do comando e controle. (EB70-CI-11.457, 2021, p. 3-43)

O livro *Achtung, Panzer!*, traduz como era feita a comunicação entre membros da guarnição e também entre os comandantes de carro.

A comunicação entre os membros da guarnição era feita por luzes, tubos de comunicação, telefones internos e outros meios. Para comunicação externa aproximada, todos os comandantes de carro tinham radiotransmissor e receptor, ao

passo que todos os outros carros modernos possuíam radiorreceptores.
(GUDERIAN, 1937)

De acordo com Lucena (2018), diante de uma situação imposta pelo combate, na qual o comandante provavelmente estará escotilhado, aumenta-se a necessidade de um sistema de C2 que possibilite estes observarem a manobra no campo de batalha, e que por isso as novas VBTP Guarani do Exército Brasileiro passaram a utilizar um Sistema de Gerenciamento do Campo de Batalha (SGCB) integrado na viatura.

2.3 REQUISITOS OPERACIONAIS

Como produto final para a solução do problema enfrentado pelo Exército em relação à tropa blindada, foram gerados Requisitos Operacionais, os quais devem ser atingidos de forma que se aumente o poder relativo de combate. A Portaria Nº 027-EME, de 12 de fevereiro de 2020 aprova os Requisitos Operacionais da Viatura Blindada de Combate – Carro de Combate, VBC CC – (EB-RO-04.056), 1ª Edição, 2020. Assim, através do que já foi exposto no presente trabalho, buscou-se associar as principais características básicas da Arma de Cavalaria com os seus respectivos requisitos operacionais absolutos.

Quadro 1 – Lista de Requisitos Operacionais Absolutos extraídos do EB20-RO-04.056

Característica	Requisito Operacional Absoluto
Potência de Fogo	ROA 24 - Possuir como armamento principal canhão com tubo de alma lisa e calibre 120 mm ROA 30 - O sistema de armas da VBC CC deverá possuir alta expectativa de impacto, superior a 95% no primeiro disparo contra alvos a uma distância igual ou superior a 4.000 m ROA 38 - Permitir o carregamento da munição em qualquer elevação admitida para o canhão, sem variação na cadência de tiro do material ROA 43 - Possuir compartimento para munições tipo colmeia, para armazenamento de pelo menos 12 (doze) munições, com porta corta fogo de abertura elétrica e manual. Este alojamento deve estar localizado à retaguarda na torre, elevado à altura média da culatra do canhão ROA 51 - O canhão da VBC CC deverá permitir o ajuste, pelo auxiliar do atirador, de uma posição segura e ergonômica para o carregamento (perdendo somente a estabilização da arma e não da aparelhagem de pontaria)

Mobilidade	<p>ROA 20 - Desenvolver, com carga máxima, velocidade superior a 60 km/h em estradas planas e pavimentadas e em terreno pouco acidentado</p> <p>ROA 23 - Possuir baixa pressão sobre o solo de até 1,0 kg/cm²</p> <p>ROA 205 - Possuir relação peso/potência igual ou superior a 20 HP/ton</p>
Proteção Blindada	<p>ROA 94 - Possuir, no compartimento de combate, proteção blindada frontal contra munições de energia cinética de calibre de 120 mm APDS-T (Armor Piercing Discarding Sabot-Tracer) disparados com elevação de 0° a 30°, a 1.000 m de distância, com velocidade igual ou superior a 1.258 m/s</p> <p>ROA 98 - Possuir blindagem composta com capacidade de proteção mínima de 900 mm RHAe</p>
Comunicações Amplas e Flexíveis	<p>ROA 123 - Possuir Sistema de Comando e Controle composto pelos Subsistemas: Subsistema Gerenciador de Campo de Batalha (SGCB), Subsistema Comunicações e Subsistema Sensores</p>

Fonte: AUTOR (2022)

2.4 POSSIBILIDADES DE SOLUÇÃO

Diante da aprovação dos Requisitos Operacionais, o Exército Brasileiro tem algumas linhas de ação que podem ser seguidas.

Em decorrência disso, a Força Terrestre, por meio da publicação de uma diretriz no Boletim do Exército N° 29/2019, tem a concepção geral de: A curto prazo, buscar atualizar os Materiais de Emprego Militar (MEM) blindados por meio de aquisição e/ou modernização dos blindados existentes, a fim de garantir um aumento da capacidade operativa das frações blindadas e mecanizadas, bem como permitir o adestramento do maior número possível dos quadros da Força Terrestre. (SGEx,2019, p. 41 apud PACHECO)

De acordo com Annes (2017), a aplicação de um kit de modernização poderia ser uma boa solução a curto prazo, porém isso não alteraria as características principais do carro. Analisando a história dos Carros de Combate do nosso país, nos deparamos com o fato de repotencializações insignificantes sob a plataforma do M41, que de quase nada contribuíram para o aumento do poder de combate da tropa blindada. Vale ressaltar que nenhum kit de modernização consegue transformar o projeto original. Ou seja, essa solução apenas mitigaria as vulnerabilidades do carro diante das atuais ameaças.

A VBCCC Leopard 2 A4 desponta, desta forma, como um dos CCs favoritos a ser adquiridos pelo Exército Brasileiro, devido a alguns fatores que estão presentes desde a aquisição da família Leopard.

O primeiro fator que podemos destacar é a manutenção dos benefícios da aquisição do Leopard 1 A5 que, segundo Canépele (2018), acredita-se que se manter na linha Leopard, migrando do Leopard 1 para o Leopard 2, seja vantajoso devido a alguns fatores como a manutenção do material, o aproveitamento do conhecimento adquirido pelos quadros, necessitando apenas de algumas adaptações.

“E, por fim, permitiria a continuidade de um contrato de SLI semelhante ao celebrado com a KMW para a manutenção da frota de 1A5, aproveitando inclusive a presença da planta de Santa Maria-RS.” (ANNES, 2012 apud CANÉPELE, 2018).

Em segundo lugar, podemos citar o contrato que nossa Força Terrestre tem com o Exército do Chile que, segundo Pacheco (2020), há uma missão permanente do Exército Brasileiro no Centro de Entrenamiento de Combate Acorazado Del Ejército (CECOMBAC), na cidade de Iquique, na qual militares brasileiros realizam cursos na plataforma Leopard 2.

Além disso, destacamos um grupo no qual os países que possuem as VBCCC da família Leopard fazem parte, o LEOBEN.

“... a atividade anual que desenvolve o Grupo de Desenvolvimento de Combate de Leoben, oportunidade em que todos os países integrantes, conforme as novas ameaças e lições aprendidas, promovem a aplicação de novas técnicas na utilização do material Leopard, se analisa a utilização no campo de batalha atual, as adaptações do tanque considerando as últimas experiências de combate, soluções para a família de veículos Leopard, análises de consequências produto do treinamento, relatórios de situação e as necessidades de países usuários do tanque Leopard.” (KERBER, 2015-2016, tradução nossa)¹

Durante o transcurso do Referencial Teórico, foi decidido que não haveria a necessidade de se abordar novamente características e dados nem do Leopard 1 A5 BR, tampouco do Leopard 2 A4 CHL, tendo em vista que atuais fontes disponíveis já exaurem bastante a respeito desse tópico, admitindo assim tornar o trabalho mais dinâmico e estabelecendo a comparação já propriamente dita dentro dos Requisitos Operacionais Absolutos.

¹ “... la actividad anual que desarrolla el Grupo Desarrollo de Combate de Leoben, oportunidad en que todos los países integrantes, conforme las nuevas amenazas y lecciones aprendidas, promueven la aplicación de nuevas técnicas en la utilización del material Leopard, se analiza la utilización en el campo batalla actual, las adaptaciones del tanque considerando las últimas experiencias de combate, soluciones a la familia de vehículos Leopard, análisis de consecuencias producto del entrenamiento, informes de estados de situación y las necesidades de países usuarios del tanque Leopard.” (KERBER, 2015-2016)

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

Utilizou-se o método indutivo, este que a partir de premissas menores pode-se chegar às generalidades. Diante disso, partindo de uma necessidade de modernização ou substituição da atual VBC, realizou-se uma seleção dos Requisitos Operacionais Absolutos, e, além disso, o método comparativo, tendo em vista que os Requisitos exigidos pelo Exército Brasileiro foram postos ao lado de características das VBC Leopard 1 A5 e VBC Leopard 2 A4, comparando-as.

3.1.1 Seleção dos Requisitos Operacionais Absolutos

Os Requisitos Operacionais Absolutos foram selecionados de acordo com as características básicas da Arma de Cavalaria do Exército Brasileiro: mobilidade, potência de fogo, proteção blindada e comunicações amplas e flexíveis.

Para a análise do fator Potência de Fogo, foram considerados, principalmente, dados relacionados ao armamento principal, compartimento de munição na torre e alcance.

Para a análise do fator Mobilidade, foram considerados dados como: velocidade máxima, pressão sobre o solo e relação peso/potência.

Para a análise do fator Proteção Blindada, foram considerados dados como tipo de blindagem, penetração estimada das munições utilizadas e espessura da blindagem frontal e lateral.

Para a análise do fator Comunicações Amplas e Flexíveis, foram considerados dados relacionados à capacidade de comando e controle.

3.1.2 Apresentação e comparação das características das VBCCCs

Foi realizado levantamento de características que eram balizadas pelo cumprimento ou não dos ROA selecionados. Após isso, foi realizada uma comparação entre eles, com a utilização de gráficos.

3.1.3 Possibilidades de modernização

Após verificar que a VBCCC Leopard 1 A5 BR não cumpria com excelência alguns dos ROA, foi realizada uma pesquisa em busca de soluções, vislumbrando uma alternativa factível ou a inserção sugerida de itens modernizados.

3.2 TIPO DE PESQUISA

Foi realizada uma pesquisa qualitativa, que baseada na construção de hipóteses a partir de meios como a observação, compreensão e descrição. Esta pesquisa possui caráter subjetivo, analisando dados técnicos das duas VBCCCs, com base em manuais, cadernos de instrução, leitura de artigos elaborados por militares com vasta experiência no assunto abordado e que foram publicados pelo Centro de Instrução de Blindados (CIBld). Também foram consultados trabalhos acadêmicos realizados e publicados por oficiais de cavalaria com finalidade de realizar o embasamento teórico da pesquisa.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi dividida da seguinte maneira:

Primeiro, o tema foi escolhido e delimitado em razão dos problemas atuais, norteados a partir da aprovação da Diretriz de Implantação do Subprograma Forças Blindadas, a qual tem por finalidade atualizar as Forças Blindadas do Exército Brasileiro, modernizando Sistemas e Material de Emprego Militar (SMEM) em uso e adquirindo novos, de forma a atender à Diretriz do Comandante do Exército e ao Plano Estratégico do Exército. Foram lidos alguns artigos da Revista Ação de Choque para dar direcionamento e aumentar o conhecimento sobre a temática.

Após isso, a pesquisa foi problematizada na busca de um objetivo claro e atingível para o trabalho. O problema surgiu de maneira natural, pois conforme a Portaria nº 027-EME, de 12 de fevereiro de 2020, existe uma lista dos Requisitos Operacionais Absolutos que o Exército busca ter em relação ao Carro de Combate atual, o Leopard 1 A5 BR. A partir disso, encontrou-se duas soluções, modernizar o atual carro ou buscar a aquisição de um outro, que nesse caso é o Leopard 2 A4, elencado como alternativa viável dentro do contexto atual, escolhido de acordo com fatores como: experiência prévia com a família Leopard, a participação no grupo LEOBEN, o aproveitamento do conhecimento da tropa, sendo

necessárias apenas algumas adaptações, e também a missão permanente conjunta do Exército Brasileiro e Exército do Chile, possuidor da VBC em questão. Com isso, o objetivo geral foi escolhido e, a partir dele, os objetivos específicos.

Em seguida, iniciou-se uma procura por pesquisas bibliográficas, consultas de manuais já existentes, sobre características de ambos os carros de combate com intuito de apresentar uma análise comparativa entre as duas VBCCC, visando corroborar com o objetivo apresentado nessa monografia, de melhor atender os ROA. Uma leitura minuciosa de trabalhos acadêmicos sobre o assunto foi feita a fim de obter um escopo ainda maior no embasamento da obra. Foi necessário esse conhecimento como referência para a conclusão do trabalho acadêmico com a finalidade de deixar essa monografia mais completa possível.

Com isso, o desenvolvimento do trabalho foi feito de maneira a comparar características das duas VBCs, visando atender os ROA selecionados e, posteriormente realizou-se uma apresentação de possibilidades de modernização à VBCCC Leopard 1 A5 BR.

3.4 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Utilizou-se como ponto de partida a pesquisa exploratória, baseada em pesquisas bibliográficas e coleta documental, que tiveram por finalidade levantar dados necessários para uma possível solução de VBCCC para o Exército Brasileiro, visando atender os ROA previamente selecionados. As principais fontes foram a Portaria nº 027, EB20-RO-04.056 – Requisitos Operacionais do VBC-CC Corrente, manuais de operação da Viatura Blindada de Combate Carro de Combate Leopard 1 A5, artigos de revistas como Ação de Choque e Academia politécnica militar (Exército do Chile), trabalhos de conclusão de curso com informações relacionadas ao presente tema, e também alguns sítios eletrônicos como DefesaNet, WarfareBlog, Army Recognition e Breaking Defense.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE COMPARATIVA

4.1.1 Potência de Fogo

Parâmetros como calibre, cadência de tiro, sistema de controle de tiro, busca, aquisição e transferência de alvos são imprescindíveis para a análise do poder de fogo de uma VBCCC. Esses parâmetros possibilitam o melhor engajamento de diferentes tipos de alvos, desde tropas a pé a viaturas blindadas.

4.1.1.1 Armamento principal

O Leopard 2 A4 CHL é equipado de um canhão de 120 mm *Rheinmetall L44*, de alma lisa. Atira munições desencartuchadas, o que eleva seu poder de penetração e isso possibilita que os disparos sejam realizados sem a necessidade de se esvaziar o cesto de munições já utilizadas. Possui capacidade de disparar a, segundo o manual do fabricante, 5500 metros e seu empaiolamento é composto por 15 munições na torre acrescido de 27 munições no chassi. De acordo com Annes (2010), essa distância, na prática não pôde ser confirmada e que o impacto mais longo, ao primeiro disparo, realizado por ele foi de 4000 metros.

Figura 1 – Munição desencartuchada



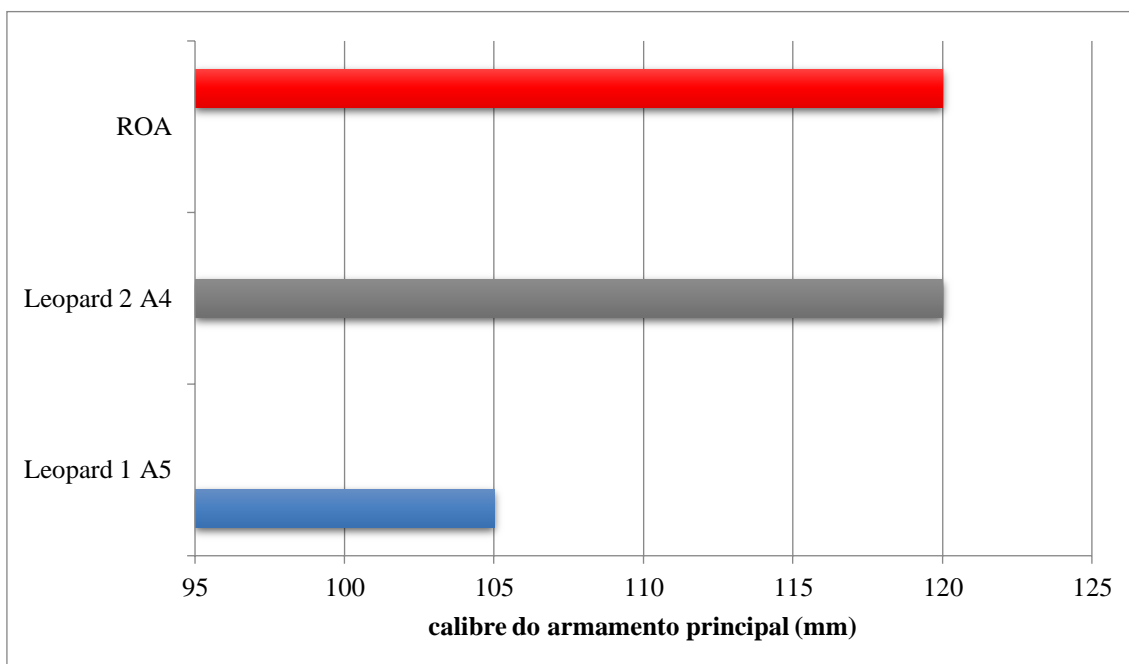
Fonte: Revista Ação de Choque, 2010

O Leopard 1 A5 BR é equipado de um canhão de 105 mm L7A3, fabricado pela *Royal Ordnance*, com 28 raias à direita. Atira munição encartuchada com espoleta elétrica. Possui

capacidade de disparar a, segundo o manual do fabricante, 4000 metros e seu empaiolamento é composto por 13 munições na torre acrescido de 42 munições no chassi. De acordo com Annes (2010), essa distância, na prática não pôde ser confirmada e que o impacto mais longo, ao primeiro disparo, realizado por ele foi de 2500 metros.

Referente ao calibre do armamento principal é possível mensurar na tabela abaixo:

Gráfico 1 – Comparação do calibre do armamento principal, em milímetros.

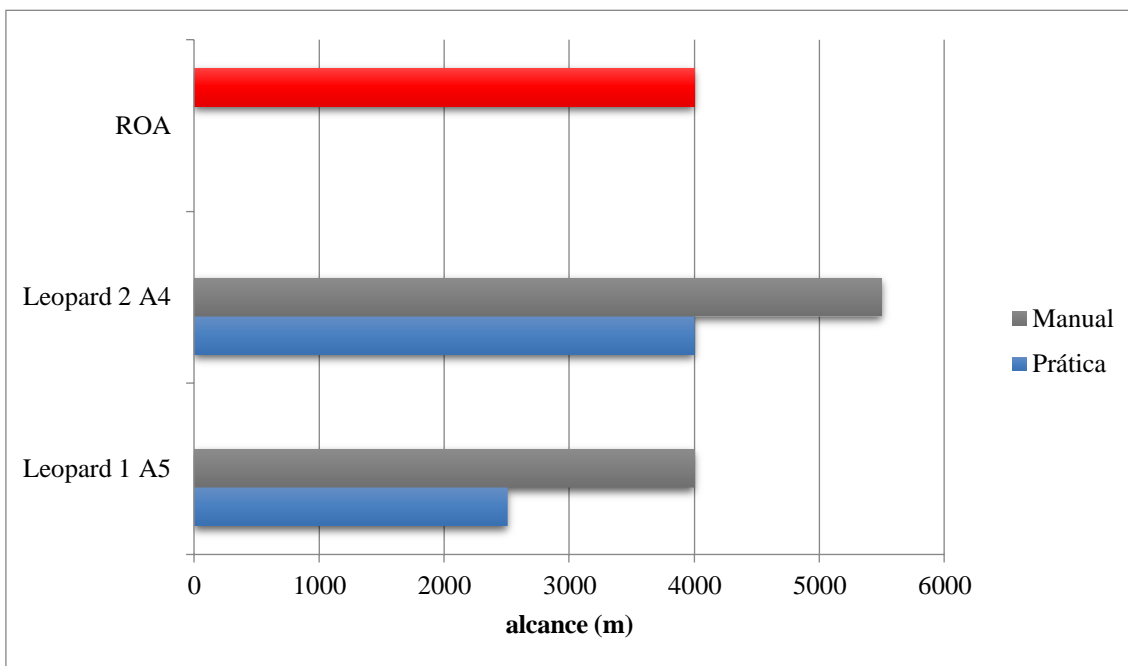


Fonte: AUTOR (2022)

Com base na análise gráfica, podemos chegar à conclusão parcial, dentro do escopo da potência de fogo, de que o Leopard 1 A5 não consegue cumprir o Requisito Operacional Absoluto referente ao calibre do armamento principal, e que tal fato não ocorre com o Leopard 2 A4, possibilitando assim que esta VBC se apresenta como solução viável para aquisição.

No tocante à comparação de alcance, em metros, foi analisado tanto o dado bruto do manual como os relatos em fontes disponíveis da prática do emprego da viatura. Dessa forma, apresentam-se assim os seguintes dados:

Gráfico 2 – Comparação do alcance, em metros, por dados de manual e dados pela prática

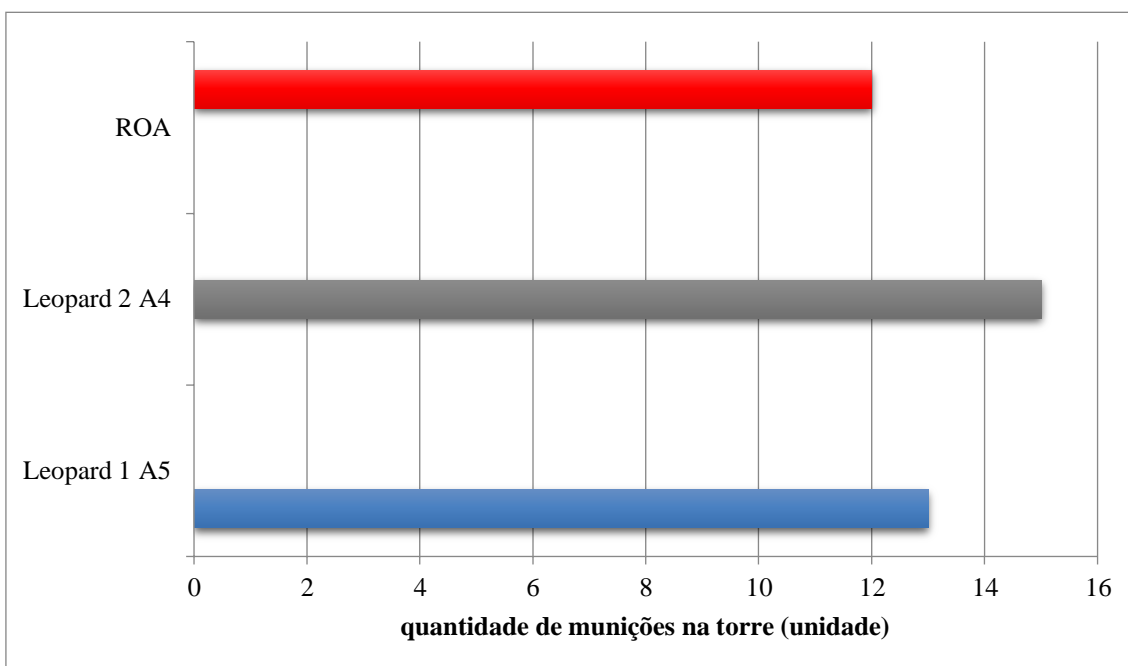


Fonte: AUTOR (2022)

De acordo com a análise gráfica, podemos inferir parcialmente que no âmbito da potência de fogo que, por dados de manual, ambos os Carros de Combate atingem o que se diz no Requisito Operacional Absoluto referente ao alcance. Porém, quando observamos o alcance de acordo com dados gerados pela prática, o alcance do Leopard 1 A5 não cumpre o ROA, enquanto o Leopard 2 A4 cumpre.

No que tange ao compartimento de munições na torre dos CCs é possível inferir na tabela abaixo:

Gráfico 3 – Comparação do compartimento para munições na torre, em unidade



Fonte: AUTOR (2022)

Analisando o gráfico acima, observamos conseqüentemente que ambos os Carros de Combate cumprem o Requisito Operacional Absoluto referente à quantidade de munições que são transportadas na torre, e que o Leopard 2 A4 leva pequena vantagem sobre o Leopard 1 A5.

4.1.1.2 Armamento secundário

As duas VBCCC utilizadas na comparação possuem os mesmos armamentos secundários. São equipadas de uma metralhadora MG 3 antiaérea e uma MG 3 A1 coaxial ao canhão. A primeira possui um sistema de disparo manual, enquanto a segunda possui tanto disparo manual quanto elétrico. Ambas possuem calibre de 7,62 mm, com cadência de 1000 a 1300 tiros por minuto e alcance máximo de aproximadamente 3750 metros.

Figura 2 – Metralhadora MG 3 A1



Fonte: (CI 17-XX, 2011, p. 9-22)

Figura 3 – Metralhadora MG 3



Fonte: (CI 17-XX, 2011, p. 9-22)

4.1.1.3 Sistema de observação e controle de tiro

O Leopard 2 A4 CHL utiliza como Sistema de Controle de Tiro EMES 15, que serviu de base para o EMES 18, presente no Leopard 1 A5 BR. A operação do EMES 15 é mais fácil e ele possui um compensador de movimento próprio, possuindo um Painel de Controle do Comandante que armazena dados do último disparo. Após o disparo, a estabilização é cortada e o canhão volta à posição de carregamento, esta que pode ser regulada de acordo com cada auxiliar do atirador, buscando facilitar o carregamento, porém isso aumenta o tempo de carregamento e conseqüentemente diminui a cadência de tiro. A luneta do comandante, PERI R-17, possui estabilização, não possui visão termal, a avaliação de distâncias é feita por telêmetro laser, não conta com projeção da imagem em tela, possui indicação da posição relativa em relação à torre e ao chassi, projetada no campo de visão da busca de alvos, a transferência de alvos é realizada de forma automática, possui três campos de visão definidos e a solução balística é de alta expectativa de impacto.

Figura 4 – Luneta PERI R-17



Fonte: Vehicle Optronics, 2019

O Leopard 1 A5 BR utiliza como Sistema de Controle de Tiro o EMES 18 e, com ele, é possível engajar alvos parados e em movimento, com o carro parado ou se movimentando. Com seu telêmetro laser integrado é possível realizar observação e aferição de distâncias entre 200 e 9900 metros. A luneta do comandante, TRP5A, não possui estabilização, não possui visão termal, a avaliação de distâncias é estimada manualmente, de acordo com um gabarito de distâncias, não conta com projeção de imagem em tela, possui indicação da posição relativa somente em relação à torre e fora do campo de visão da busca de alvos, a transferência de alvos é realizada de forma manual, a alternância do campo de visão é progressiva e a solução balística é imprecisa.

Quadro 2 – Comparação entre os periscópios do comandante

CARACTERÍSTICAS	PERI R-17	TRP5A
Estabilização	Sim	Não possui
Visão termal	Não possui	Não possui
Avaliação de distâncias	Telêmetro laser	Estimada manualmente
Projeção de imagem em tela	Não possui	Não possui
Transferência de alvos	Automática	Manual
Alternância do campo de visão	Três campos definidos	Progressivo
Solução balística	Alta expectativa de impacto	Imprecisa

Fonte: AUTOR (2022)

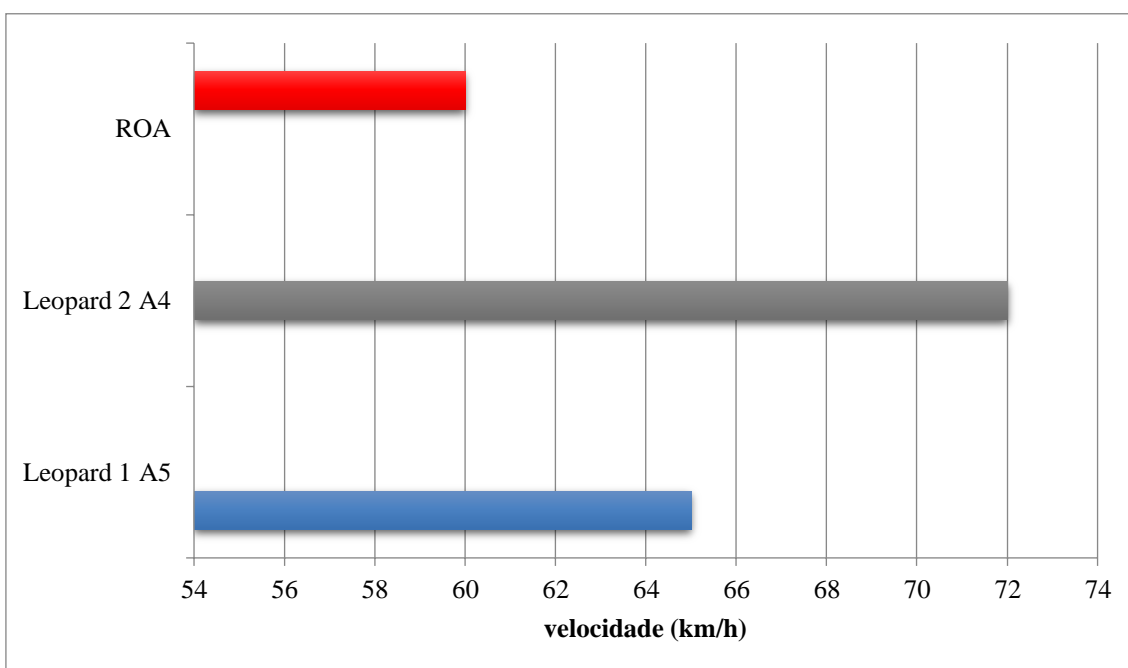
4.1.2 Mobilidade

O Leopard 2 A4 CHL possui 55 toneladas, é considerado classe 60, equipado de um motor de 1500 HP, o que resulta em uma relação peso/potência de 27 HP/ton (vinte e sete *Horse-Power* por tonelada), permitindo que o carro atinja a velocidade máxima de 72 km/h em estradas, com pressão sobre o solo de 0,85 kg/cm².

O Leopard 1 A5 BR possui 42 toneladas, é considerado classe 45, equipado de um motor de 830 HP, o que resulta em uma relação peso/potência de aproximadamente 20 HP/ton (vinte *Horse-Power* por tonelada), permitindo que o carro atinja a velocidade máxima de 65 km/h em estradas, com pressão sobre o solo de 0,88 kg/cm².

Em relação à velocidade dos CCs, podemos verificar os seguintes dados:

Gráfico 4 – Comparação da velocidade dos CCs, em km/h

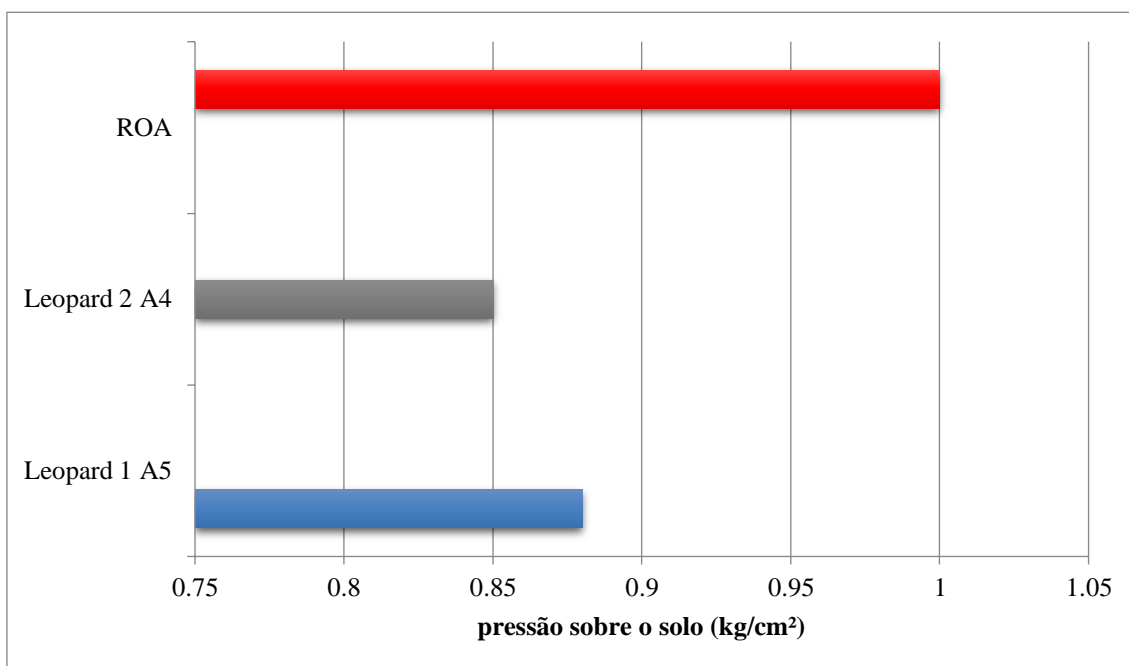


Fonte: AUTOR (2022)

De acordo com a análise gráfica, podemos concluir parcialmente, dentro da característica mobilidade, que ambos os Carros de Combate cumprem adequadamente o Requisito Operacional Absoluto referente à velocidade dos Carros de Combate, porém o Leopard 2 A4 leva uma boa vantagem quando comparado ao Leopard 1 A5.

Referente à pressão sobre o solo podemos inferir os seguintes dados:

Gráfico 5 – Comparação da pressão sobre o solo, em kg/cm²

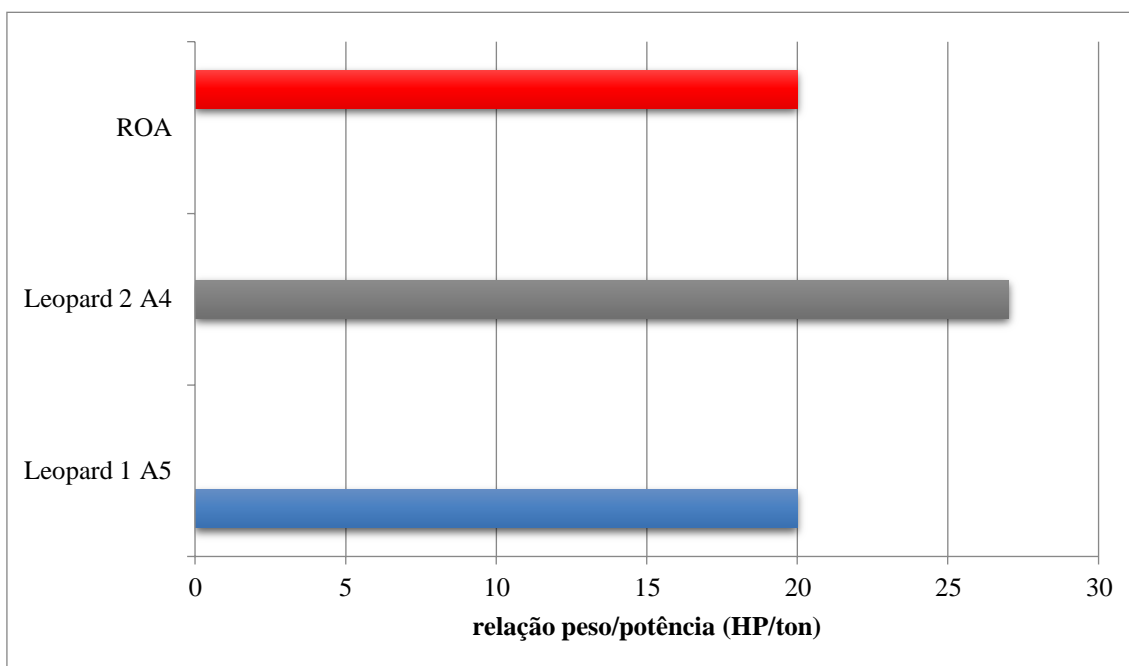


Fonte: AUTOR (2022)

Analisando o gráfico acima, ambos os Carros de Combate cumprem o Requisito Operacional Absoluto referente à pressão sobre o solo. Verifica-se que o Leopard 2 A4 tem esse requisito menos que o Leopard 1 A5, fato que dá vantagem do primeiro sobre o segundo.

No tocante à relação peso/potência das VBCs, podemos mensurar os seguintes dados:

Gráfico 6 – Comparação da relação peso/potência, em HP/ton



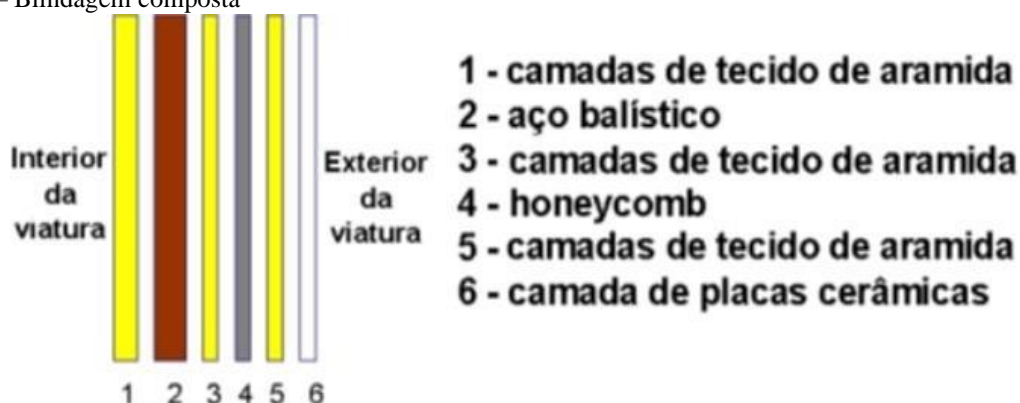
Fonte: AUTOR (2022)

Com base na análise gráfica, concluímos que ambos os Carros de Combate cumprem o Requisito Operacional Absoluto referente à relação peso/potência, e que, apesar de maior peso, o Leopard 2 A4 tem uma melhor relação peso/potência que o Leopard 1 A5, devido ao seu motor que é mais potente.

4.1.3 Proteção Blindada

O Leopard 2 A4 CHL possui blindagem do tipo composta, algo positivo pois esse tipo de blindagem oferece diferentes resistências para munições de energia cinética e química. Sua blindagem tem as seguintes espessuras: de 700 a 1000 mm na parte frontal, 200 mm nas laterais e a parte do motorista recebe 150 mm de blindagem adicional, em sua totalidade, há cerca de dez vezes mais blindagem que a versão utilizada pelo Brasil (BR). Ao redor da torre, há uma camada de titânio entre camadas de blindagem composta e modular. As dimensões da superfície de impacto do CC são de: 9,18 m² na parte frontal e 18,07 m² na parte lateral.

Figura 5 – Blindagem composta



Fonte: Warfare blog, 2017

Quadro 3 – Penetração estimada das munições utilizadas pela VBC Leopard 2 A4

MUNIÇÃO	VELOCIDADE INICIAL	PENETRAÇÃO ESTIMADA
EC DM 53	1670 m/s	600 a 700 mm
HEAT	1140 m/s	450 mm (chobham) / 700 mm (aço)

Fonte: AUTOR (2022)

O Leopard 1 A5 BR possui blindagem do tipo face endurecida, de segunda geração, mais pesada e menos eficiente que a versão chilena. Sua blindagem tem as seguintes espessuras: de 70 mm na parte frontal, 35 mm nas laterais, recebe blindagem adicional de 5 mm contra munição de carga oca, nas laterais e na torre, e não conta com um sistema ativo de proteção. As dimensões da superfície de impacto do CC são de: 8,98 m² na parte frontal e 14,67 m² na parte lateral.

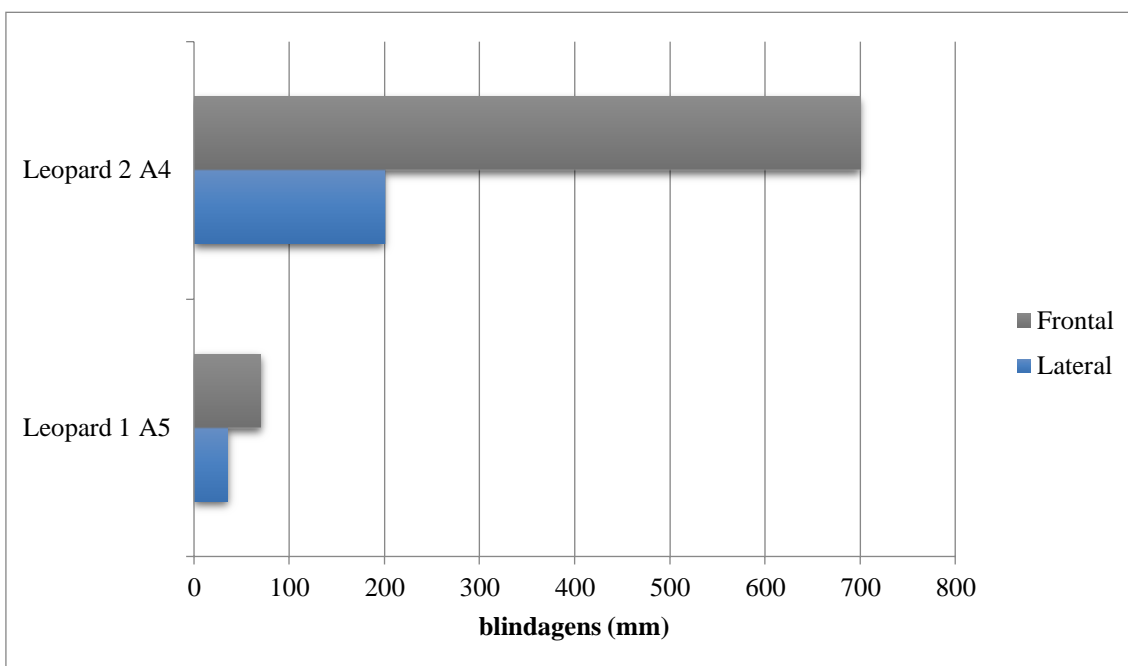
Quadro 4 – Penetração estimada das munições utilizadas pela VBC Leopard 1 A5

MUNIÇÃO	PENETRAÇÃO ESTIMADA
SUPER (DM 33)	380 mm a 2000 mm
SUPER (DM 63)	450 mm a 2000 mm
HEAT (M 456)	350 mm

Fonte: AUTOR (2022)

Referente às blindagens, frontal e lateral, dos Carros de Combate em questão, chegamos aos seguintes dados:

Gráfico 7 – Comparação das blindagens, frontal e lateral, em milímetros



Fonte: AUTOR (2022)

De acordo com a análise gráfica, perfazemos que dentro do escopo da proteção blindada que, a respeito do Requisito Operacional Absoluto referente à blindagem, o Leopard 2 A4 tem aproximadamente dez vezes mais blindagem, tanto frontal, quanto lateral, que o Leopard 1 A5.

4.1.4 Comunicações Amplas e Flexíveis

O Leopard 2 A4 CHL é equipado com o mesmo conjunto rádio veicular do Leopard 1 A5 BR, VHF VRC-120 (S) TADIRAN, porém recebeu alguns aperfeiçoamentos, dentre os quais podemos citar o salto de frequência, sinal GPS e o Sistema de Gerenciamento de Campo de Batalha. De acordo com Geovanini e Renan (2018), esse novo sistema foi criado na tentativa de melhor atender as necessidades de comando e controle até o nível subunidade. Desta forma, portanto, mostra-se que no âmbito do comando e controle, a possibilidade do Comandante de Pelotão ter a posição de seus Carros de Combate no campo de batalha, por meio de um Computador Tático Militar, é fator diferencial para o êxito no cumprimento da missão.

O Leopard 1 A5 BR é equipado com o conjunto rádio veicular VHF VRC-120 (S) TADIRAN. O estabelecimento das comunicações ocorre através de rádio modulado e frequência, entre 30 e 89,975 MHz, com sinal criptografado.

Figura 6 – Computador Tático Militar



Fonte: Site do Centro de Instrução de Blindados, 2018

4.2 POSSIBILIDADES DE MODERNIZAÇÃO

Essa parte do trabalho objetiva trazer possibilidades de modernização para a VBCCC Leopard 1 A5 BR. No âmbito da América Latina, a VBC TAM 2C constitui-se na mais recente tentativa de inclusão de pacote de modernização para ampliar a vida útil do MEM. A partir da exemplificação desse projeto e ensinamento colhidos, foi realizada uma análise de produtos disponíveis que poderiam compor o pacote de modernização da VBCCC Leopard 1 A5 BR, buscando soluções baseadas na melhoria da capacidade técnica do material, desconsiderando aspectos logístico, portanto, são soluções independentes de pacotes, sem vínculo nenhum com qualquer que seja a fabricante do produto.

4.2.1 Potência de Fogo

A Luneta PERI RTWL, empregada no Leopard 2E, do Exército Espanhol, visando que, segundo Schulz (2019), esse Carro de Combate possui um sistema de controle de tiro muito similar ao do Leopard 1 A5 BR, sua adaptação ao nosso CC seria facilitada. A luneta em questão possui todos os benefícios da Luneta PERI R-17, e ainda conta com a

possibilidade de emprego do carro tanto durante o dia, quanto a noite, em condições de baixa visibilidade e contra alvos camuflados. Além disso, possui projeção de imagem em tela, algo que muito contribui ao militar que a utiliza, permanecendo maior tempo em condições de combater, com eficiência, durante um período maior.

Figura 7 – Luneta PERI RTWL



Fonte: Vehicle Optronics, 2019

Em relação ao armamento principal, o canhão de 105 mm L7A3 pode ser substituído pelo canhão de 120 mm L11A5 da mesma fabricante, *Royal Ordnance*. O novo canhão possui alma raiada que, segundo Annes (2010), oferece maior precisão que um canhão de alma lisa. O alcance varia de acordo com o tipo de munição, sendo de 3000 metros para munições APDS e 8000 metros para munições HESH.

Figura 8 – Canhão 120mm L11



Fonte: Wikipedia, 2010

Mesmo em face da não obrigatoriedade do item no ROA, oportuniza-se dentro do escopo de um pacote de modernização, a possibilidade de automatização do armamento secundário corroborado pela já existente tecnologia semelhante na torre REMAX e que se encontra nas VBTP Guarani, do Exército Brasileiro. Essa modernização contribuiria para a eliminação de pontos cegos ao redor do CC e também para que não seja necessária a exposição do operador do armamento para sua utilização.

Figura 9 – Torre REMAX Guarani



Fonte: Site Forças Terrestres, 2019

Em relação ao EMES 18, poderia ser adicionado um novo e atual módulo de visão termal, na tentativa de aumentar a capacidade de detecção, identificação e engajamento para no mínimo o alcance útil do armamento. Verifica-se ainda a possibilidade de adição de um dispositivo que busque oferecer uma referência da posição da torre em relação ao chassi para o atirador, para que ele não precise interromper a busca de alvos para se orientar, algo que mitigaria a chance de que nosso CC seja engajado por outro blindado nesse espaço de tempo.

Uma possibilidade é a inserção do sistema *Dragon Eye*, já presente na VBTP Guarani, que se trata de um sistema de direcionamento de alta precisão com exposição mínima da tripulação.

Os principais requisitos do *Dragon Eye* são poder sustentar um recuo de calibre de 12,7", possuir câmera diurna colorida com zoom óptico contínuo, possuir tempo de gravação de vídeo estendido. Como benefícios, podemos citar a precisão de mira em condições ambientais

e de visibilidade difíceis, a mínima exposição da tripulação, ser integrado com qualquer sistema de armas de controle remoto móvel.

“Como um sistema de disparo avançado, o *Dragon Eye* permite a detecção, reconhecimento e identificação de alvos sob condições ambientais e de visibilidade extremas. O *Dragon Eye* pode parar rapidamente alvos de dia e de noite, usando câmeras multi-sensor instaladas em veículos blindados.” (Elbit Systems, 2022, tradução nossa)²

“Equipado com sofisticados equipamentos de observação, o *Dragon Eye* identifica suspeitos em uma ampla gama de áreas de interesse, tanto urbanas quanto rurais. Uma vez que os alvos tenham sido localizados, o *Dragon Eye* os bloqueia e dispara uma rajada curta e precisa a uma distância efetiva de 1.500 metros, sem expor a tripulação ao perigo.” (Elbit Systems, 2022, tradução nossa)³

“**Excelentes recursos de observação** – Para precisão de alto desempenho, o *Dragon Eye* utiliza uma câmera diurna colorida com zoom óptico contínuo, sensor térmico não refrigerado, telêmetro a laser seguro para os olhos (LRF) e como recursos diurnos / noturnos como ponteiro IR. A solução permite até oito horas de gravação de vídeo para debriefing pós-missão.” (Elbit Systems, 2022, tradução nossa)⁴

Figura 10 – *Dragon Eye*



Fonte: Elbit Systems, 2022

² “As an advanced firing system, Dragon Eye allow target detection, recognition and identification under extreme visibility and environmental conditions. Dragon Eye can quickly stop targets in both day and night, using multi-sensor cameras installed on armored personnel carriers.” (Elbit Systems, 2022)

³ “Fitted with sophisticated observation equipment, Dragon Eye identifies suspects in a wide range of areas of interest, both urban and rural. Once the targets have been spotted, Dragon Eye locks in on them and delivers a short and accurate burst of fire at an effective range of a 1.500 meters, without exposing the crew to danger.” (Elbit Systems, 2022)

⁴ “**Superb observation capabilities** - For high performance accuracy, Dragon Eye utilizes a color day camera with continuous optical zoom, uncooled thermal sensor, eye-safe laser rangefinder (LRF), and as IR pointer see-spot day/night capabilities. The solution enables up to eight hours of video recording for post-mission debriefing.” (Elbit Systems, 2022)

4.2.2 Mobilidade

Diante do que foi exposto, verificamos que questões sobre mobilidade são as que menos afetam o desempenho do Leopard 1 A5 BR. Com isso, não há necessidade de grandes modificações, porém verificamos que a adição de uma Unidade de Potência Auxiliar pode trazer alguns benefícios ao Carro de Combate em questão. A função dela, nesse caso, seria de permitir o funcionamento dos sistemas eletrônicos mesmo com o motor desligado, uma mudança muito importante, visto que aumentaria as capacidades de sobrevivência do CC. A empresa israelense, *Elbit Systems*, trabalhou a inserção de uma Unidade de Potência Auxiliar no Carro de Combate TAM 2C, utilizado pelo exército da Argentina, e segundo o site DefesaNet, o exército argentino publicou em nota que esse é um trabalho que busca dar maior furtividade ao TAM 2C, tanto com o uso da Unidade, quando em missão de observação e tratamento da assinatura térmica do carro.

Outra possível mudança é a implantação do sistema *IronVision*, que é uma tecnologia que permite que a tripulação possa “ver através” da blindagem do veículo, realizando uma cobertura de 360° do mesmo, o que traz ganhos enormes para o comandante e principalmente para o motorista.

Seus principais benefícios são a consciência situacional completa sob escotilhas fechadas, melhora da eficiência operacional e a redução do tempo de resposta da tripulação.

Algumas de suas principais características são uma linha de visão 360° e alimentação de vídeo em tempo real, de alta resolução e colorida dos arredores do veículo.

“Ao introduzir a tecnologia *Helmet-Mounted Display (HMD)* aeroespacial de renome mundial da *Elbit Systems* no veículo blindado, a *IronVision* gera a imagem que permite à tripulação “ver através” da blindagem do veículo. Esse avanço incomparável fornece a consciência situacional de 360°, dia e noite, ajudando a tripulação a superar as limitações inerentes da visibilidade, ao mesmo tempo em que melhora a eficiência e a segurança da missão. O sistema transmite vídeo de alta resolução em tempo real, *Zero-Latency™*, para o monitor do comandante e/ou do motorista, fornecendo uma visão conformada HD natural, bi-ocular e colorida dos arredores do veículo, juntamente com simbologia relevante e dados C4 I. Com o clique de um botão o *feed* de vídeo pode ser alterado para exibir miras de armas, vídeos UAS, simulador de missão incorporado ou qualquer outra fonte de vídeo.” (Elbit Systems, 2022, tradução nossa)⁵

⁵ “By introducing Elbit Systems’ world-renowned aerospace Helmet-Mounted Display (HMD) technology into the armored vehicle, IronVision generates an image that enables the crew to “see through” the vehicle’s armor. This unparalleled advancement provides 360° situational awareness, day and night, helping the crew overcome inherent visibility limitators, while improving mission efficiency and safety. The system transmits real-time, Zero-Latency™, high-resolution vídeo to the commander and/or driver display, providing a natural, bi-ocular, and C4 I data. At the click of a Button, the vídeo feed can be switched to display weapon sights, UAS vídeo, embedded mission Simulator or any other vídeo source.” (Elbit Systems, 2022)

“Ao incorporar uma camada de Realidade Aumentada avançada, o *IronVision* pode servir como um sistema de treinamento “realista”. A adição do ARTIST™ - Sistema de Treinamento Integrado de Realidade Aumentada patentado pela *Elbit Systems* – apresenta cenários operacionais sofisticados e de alta fidelidade com extrema precisão de combate. Esses cenários apresentam um método de treinamento ideal e econômico para a tripulação operacional, que até agora só era possível por meio de treinamento ao vivo.” (Elbit Systems, 2022, tradução nossa)⁶

Figura 11 – *IronVision*



Fonte: Elbit Systems, 2022

4.2.3 Proteção Blindada

Conforme estudo, a simples adição de blindagem, no cenário de combate atual, se tornou uma medida, de certa maneira, ineficaz e logisticamente complexa. Alguns dos problemas que podemos citar com essa medida são a exigência de motores mais potentes e um problema relacionado à pressão sobre o solo, problemas estes que influenciam diretamente e negativamente a mobilidade do Carro de Combate.

Diante disso, uma das melhores soluções encontradas é a utilização de um Sistema de Proteção Ativa, que tem função de interceptar, destruir ou confundir as munições inimigas. Existem dois tipos: *Hard Kill* e *Soft Kill*. O primeiro é responsável por criar uma zona de proteção ao redor do Carro, com a intenção de destruir os projéteis inimigos, com a utilização de munições contra estes. O segundo age de maneira a desorientar o projétil inimigo, por meio

⁶ By incorporating a layer of advanced Augmented Reality, IronVision can serve as a “true-to-life” training system. The addition of Elbit Systems’ patented ARTIST™ - Augmented Reality Integrated Training System – introduces sophisticated, high-fidelity operational scenarios with extreme combat accuracy. These scenarios present an optimal, cost-effective training method for the operational crew, which until now has only been possible through live training. (Elbit Systems, 2022)

do uso de fumígenos, medidas que modifiquem a assinatura eletromagnética do Carro, bloqueadores, entre outros.

O sistema de proteção ativa Trophy, da fabricante Rafael está em serviço em países como Israel, com Merkava IV, e nos Estados Unidos, com M1A2 SEPV V3 e M1A2C. No ano de 2021, a Alemanha entrou nesse grupo e encomendou o sistema para seus Leopard 2 A7, sendo a KMW responsável pela instalação do sistema.

“O *APS Trophy* consiste em antenas de radar, contramedida, lançador e carregador automático. Quando um projétil é detectado, o computador interno calcula um vetor de aproximação antes que o projétil chegue. Uma vez que a arma recebida é classificada, os computadores calculam o tempo e o ângulo ideais para disparar as contramedidas. A resposta vem de dois lançadores rotativos instalados nas laterais do veículo que disparam um número muito pequeno de MEFPs (Múltiplas Formas Explosivas de Penetração) que formam uma matriz muito estreita e precisa, direcionada a um ponto específico da ogiva do projétil antitanque.” (armyrecognition, 2021, tradução nossa)⁷

“A atual tecnologia APS não pode parar disparos de tanques sólidos, mas pode parar disparos explosivos de baixa velocidade usados pela infantaria e aeronaves inimigas – emboscadas tradicionais de tanques. Um APS que aponte o atirador para retaliação imediata, potencialmente por toda a unidade de tanques, poderia vir à mesa ainda mais eliminando a vantagem definidora da emboscada, a ocultação.” (FREEDBERG, 2018, tradução nossa)⁸

Figura 12 – Sistema de Proteção Ativa *Trophy*



Fonte: Site Forças Terrestres, 2019

⁷ “The Trophy APS consists of radar antennas, countermeasure, launcher and autoloader. When a projectile is detected, the internal computer calculates an approach vector before the projectile arrives. Once the incoming weapon is classified, the computers calculate the optimal time and angle to fire the counter-measures. The response comes from two rotating launchers installed on the sides of the vehicle which fire a very small number of MEFPs (Multiple Explosive Formed Penetrators) which form a very tight, precise matrix, aimed at a specific point on the anti-tank projectile's warhead.” (armyrecognition, 2021)

⁸ “Current APS technology can't stop the solid tank rounds, but it can stop the lower-velocity explosive rounds used by enemy infantry and aircraft — traditional ambushers of tanks. An APS that pinpoints the shooter for immediate retaliation, potentially by the whole tank unit, could turn the tables even further by stripping away the defining advantage of the ambush, concealment.” (FREEDBERG, 2018)

4.2.4 Comunicações Amplas e Flexíveis

O Subsistema Gerenciador de Campo de Batalha (SGCB) é uma tecnologia desenvolvida para integrar o sistema de comando e controle da VBTP Guarani, sendo assim, uma inovação que aumenta exponencialmente a consciência situacional dos comandantes de carro.

Quanto ao sistema de comunicações, pode ser inserido o intercomunicador SOTAS, da fabricante THALES, que tem como principal aspecto positivo já ser amplamente empregado em viaturas brasileiras, como é o caso do M-113, Guarani, e M109 A5 BR. De acordo com Geovanini (2018), hoje, a intercomunicação não se restringe somente ao carro de combate, mas também a intercomunicação entre os mais diversos equipamentos rádio existentes no mercado, funcionando também como integrador, bem como proporcionando interfaces de rede, como switch e roteador, o que permite que quaisquer dispositivos funcionem com protocolos TCP-IP possam ser adicionados ao sistema. Isso, segundo o mesmo, traz certa flexibilidade que permite, por exemplo, a comunicação externa entre carros de diferentes modelos e com rádios de diferentes fabricantes.

Figura 13 – Software do Gerenciador do Campo de Batalha



Fonte: Site do Centro de Instrução de Blindados, 2018

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo realizar uma análise comparativa entre o atual Carro de Combate do Exército Brasileiro, a VBCCC Leopard 1 A5 BR com algumas principais necessidades de modernização e uma provável solução de aquisição, a VBCCC Leopard 2 A4 utilizada pelo Exército do Chile, visando atender majoritariamente alguns dos Requisitos Operacionais Absolutos que constam na Portaria N° 027-EME, de 12 de fevereiro de 2020, selecionados dentro do escopo de características da Arma de Cavalaria, como: Poder de Fogo, Mobilidade, Proteção de Fogo e Comunicações.

Dentro do escopo de Poder de fogo, buscamos analisar e concluir sobre os ROA relacionados ao calibre do armamento principal, ao alcance do armamento, compartimento para munições na torre, ao carregamento de munição em qualquer elevação do canhão, ao ajuste da posição de carregamento por parte do auxiliar do atirador, além do armamento secundário e sistema de observação e controle de tiro.

O primeiro ROA se refere ao calibre do armamento principal, verificamos que este é cumprido pelo Leopard 2 A4, com seu canhão 120 mm, porém não é cumprido pelo Leopard 1 A5, devido ao canhão 105 mm.

O segundo ROA é relacionado ao alcance do armamento, se utilizado dados de manuais, ambos os CCs conseguem êxito, porém, quando a análise passa a ser sobre dados gerados pela prática, apenas o Leopard 2 A4 cumpre o Requisito, com 4000 metros contra 2500 metros do Leopard 1 A5, ou seja um alcance superior de 1500 metros.

O terceiro ROA se refere ao compartimento para munições na torre, em que os dois CCs cumprem o Requisito, com o Leopard 2 A4 levando pequena vantagem sobre o Leopard 1 A5, com 15 munições contra 13.

O quarto ROA se refere à possibilidade do carregamento de munição em qualquer elevação do canhão é cumprido por ambos os CCs, visto que nenhum dos dois apresenta restrições para que sejam carregados.

O quinto ROA citado se refere ao ajuste da posição para carregamento por parte do auxiliar do atirador, e este, apenas é cumprido pelo Leopard 2 A4, como dito e requisitado, corta a estabilização sem perder a pontaria, que é recuperada devido a um compensador de movimento próprio.

Ambos os CC possuem o mesmo armamento secundário.

Em relação ao sistema de observação e controle de tiro, a luneta PERI R-17 do Leopard 2 A4, possui algumas vantagens sobre a luneta TRP 5A do Leopard 1 A5 como:

estabilização, avaliação de distâncias por telêmetro laser, transferência de alvos feita de maneira automática, e solução balística com alta expectativa de impacto.

A primeira sugestão foi a inserção da Luneta RTWL, que colocaria nosso Leopard 1 A5, nesse quesito a frente do Leopard 2 A4 principalmente pela possibilidade de emprego por qualquer hora do dia e também pelo fato de possuir projeção da imagem em tela.

A segunda possibilidade de modernização sugerida foi a inserção do canhão de 120 mm L11A5, de alma raiada, que parcialmente o ROA referente ao armamento principal, pois mesmo tendo o calibre desejado, não possui alma lisa. Outro aspecto importante a se considerar é que mesmo com a mudança do armamento, não cumpriria o ROA referente ao alcance do armamento, aspecto que deixa o Leopard 1 A5, mesmo após alteração, abaixo do Leopard 2 A4.

A terceira sugestão foi a automatização do armamento secundário, com a inserção da tecnologia já existente na VBTP Guarani, a torre REMAX. Essa modernização não consta nos ROA, porém se for realizada, deixaria o Leopard 1 A5 muito a frente do Leopard 2 A4 nesse aspecto.

A quarta possibilidade é a inserção de tecnologia que também já está presente na VBTP Guarani, que é o sistema *Dragon Eye*, que se trata de um sistema de direcionamento de alta precisão com exposição mínima da tropa, permitindo a detecção, reconhecimento e identificação de alvos, prontamente disparando rajada curta sobre o alvo. Esse aspecto, não presente no Leopard 2 A4, se inserido no Leopard 1 A5 poderia trazer mudanças significativas para a sobrevivência do CC no campo de batalha.

Dentro do escopo de Mobilidade, buscamos analisar e concluir sobre os ROA relacionados à velocidade, à pressão sobre o solo e à relação peso/potência.

O primeiro ROA se refere à velocidade dos CC, em que ambos apresentam velocidades superiores ao Requisito, sendo válido citar que o Leopard 2 A4 com 72km/h leva vantagem em relação ao Leopard 1 A5 com 65 km/h.

O segundo ROA se refere à pressão sobre o solo exercida pelos CC, pela qual ambos apresentam dados abaixo do limite estipulado pelo Requisito, sendo válido citar que o Leopard 2 A4 com 0,85 kg/cm² leva pequena vantagem sobre o Leopard 1 A5 com 0,88 kg/cm².

O terceiro ROA se refere à relação peso/potência dos CC, e diante do que foi exposto, vimos que ambos conseguem cumprir o Requisito, ficando o Leopard 2 A4 com certa vantagem sobre o Leopard 1 A5, com 27 HP/ton do primeiro contra 20 HP/ton do segundo.

A possibilidade de modernização que foi sugerida foi a inserção de uma Unidade de Potência Auxiliar, fazendo com que o Leopard 1 A5 fique equiparado ao Leopard 2 A4 no sentido de conseguir operar sistemas eletrônicos mesmo com o motor desligado, o que já acontece no segundo.

Outra sugestão foi a inserção do sistema *IronVision*, que contribuiria muito principalmente para o motorista do CC, visto que essa tecnologia faz com que a tripulação consiga “ver através” da blindagem, com uma cobertura de 360° do veículo, vídeo de alta resolução e em tempo real. Essa mudança traria significativos ganhos para o Leopard 1 A5 em relação ao Leopard 2 A4, visto que essa tecnologia não está presente no segundo.

Dentro do escopo de Proteção Blindada, analisamos e concluímos a respeito da espessura frontal e lateral, dimensões da superfície de impacto frontal e lateral, e sobre as munições utilizadas, na intenção de verificar a capacidade de perfuração.

Em relação à espessura da blindagem, o Leopard 2 A4 tem cerca de dez vezes mais blindagem que o Leopard 1 A5. A blindagem frontal do CC chileno tem 700 mm contra 70 mm do CC brasileiro, enquanto a blindagem lateral é de 200 mm contra 35 mm, respectivamente.

Quando analisamos as dimensões da superfície de impacto, verificamos que o Leopard 2 A4 leva pequena desvantagem em relação ao Leopard 1 A5, com 9,18 m² contra 8,98 m² na parte frontal, e 18,07 m² contra 14,67 m² na parte lateral.

A respeito das munições utilizadas pelos dois CC, concluímos que o Leopard 2 A4 consegue facilmente perfurar a blindagem do Leopard 1 A5, enquanto o Leopard 1 A5 não conseguiria perfurar a blindagem frontal do Leopard 2 A4, porém teria chances de perfurar a parte lateral do mesmo.

A possibilidade de modernização que foi sugerida foi adicionar o sistema de proteção ativa Trophy, algo que deve ser considerado, porém, devido a blindagem cerca de dez vezes menor que o Leopard 1 A5 tem em relação ao Leopard 2 A4, não traria significativas mudanças para o primeiro.

Dentro do escopo de Comunicações Amplas e Flexíveis, analisamos e concluímos sobre o equipamento rádio e se há ou não um sistema que oferece, ao comandante, uma exatidão de como a fração está disposta no terreno.

Quanto ao rádio utilizado, verificamos que ambos os CCs possuem o mesmo equipamento, porém o Leopard 2 A4 recebeu melhoramentos consideráveis em relação ao Leopard 1 A5, e com isso, apenas o CC chileno consegue atender o ROA que se refere à

presença do Sistema de Gerenciamento de Campo de Batalha (SGCB), responsável por oferecer maior consciência situacional ao comandante da fração.

Uma das possibilidades de modernização que foi sugerida, foi a inserção de um Subsistema Gerenciador de Campo de Batalha, o que faria que o Leopard 1 A5 ficasse relativamente equiparado ao Leopard 2 A4, dando a mesma consciência situacional ao comandante da fração, anteriormente dita.

Outra sugestão foi inserir o intercomunicador SOTAS que, para o Brasil, seria de grande valia visto que várias viaturas brasileiras já o utilizam, e com isso a comunicação externa do Leopard 1 A5 ficaria ideal, o colocando nesse aspecto a frente do Leopard 2 A4.

Devido ao apresentado nos parágrafos acima, esse trabalho aponta a inviabilidade de se modernizar a atual VBCCC Leopard 1 A5 BR, devido à mudança pouco significativa trazida pela troca de alguns componentes, mesmo que alguns deles deixem a VBC melhor em pontuais aspectos e também pela dificuldade logística para realizar essas trocas, visto que são diferentes itens de diferentes fabricantes, sendo que alguns deles mesmo após a modificação não conseguiriam atender os ROA.

O processo de aquisição de um novo Carro de Combate por parte do Exército Brasileiro é complexo e exige uma série de estudos técnicos. A VBCCC Leopard 2 A4, citada neste trabalho, atende vários dos Requisitos Operacionais Absolutos formulados pelo Exército Brasileiro, sendo assim, uma oportunidade viável para se tornar o *Main Battle Tank* da Força, dentre as possibilidades presentes no mercado, podendo inclusive conter algumas das possibilidades de modernização que foram citadas, oferecendo maior operacionalidade para a tropa blindada brasileira, aumentando a imagem e projeção no cenário internacional.

Por fim, é oportuno sugerir como prossecução deste trabalho a execução de estudos e pesquisas direcionadas para o processo de aquisição ou modernização, sugerindo a priorização ou gradação de relevância dos Requisitos Operacionais Absolutos e então começar uma busca pontual entre as diversas opções existentes no mercado mundial.

REFERÊNCIAS

- 120mm Royal Ordnance L11. **Weapon Systems**. Disponível em: <https://weaponsystems.net/system/888-120mm+Royal+Ordnance+L11>. Acesso em: 18 fev. 2022.
- 3º DIVISÃO DE EXÉRCITO. O pioneiro Renault FT-17. **Defesanet**. 2021. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/bld/noticia/40257/3---O-Pioneiro---RENAULT-FT-17/>. Acesso em: 04 jan. 2022.
- 3º DIVISÃO DE EXÉRCITO. Os 100 Anos dos Blindados no Exército Brasileiro. **Defesanet**. 2021. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/bld/noticia/40081/1---Os-100-Anos-dos-Blindados-no-Exercito-Brasileiro/>. Acesso em: 04 jan. 2022.
- ANNES, Daniel. **Leopard 1 A5 vs Leopard 2 A4: análise comparativa**. Ação de Choque, Santa Maria RS, nº 09, 2010.
- ANNES, Daniel. **O futuro carro de combate do Brasil**. Ação de Choque, Santa Maria RS, nº 15, 2017.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **C 17-XX: Operação da viatura blindada de combate carro de combate Leopard 1 A5**. 1. ed. Brasília: EGGCF, 2011.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB70-CI-11.457: Pelotão de cavalaria mecanizado – Volume I**. 1. ed., 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.222: A cavalaria nas operações**. 1. ed., 2018.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.355: Forças-Tarefas Blindadas**. 4. ed., 2020.
- BRASIL. Portaria – EME/C Ex nº 245, de 23 de novembro de 2020. Aprova a Diretriz de Implantação do Subprograma Forças Blindadas (EB20-D-08-048). **Boletim do Exército**, Brasília, DF, 27 nov. 2020.
- BRASIL. Portaria nº 027-EME, de 12 de fevereiro de 2020. **EB20-RO-04.056: Requisitos Operacionais, Viatura Blindada de Combate, Carro de Combate – VBC CC**. 1. ed., 2020.
- CANÉPPELE, Daniel. **Considerações sobre a eventual compra de carros de combate em substituição ao Leopard 1 A5 BR**. Ação de Choque, Santa Maria RS, nº 16, 2018.
- Dragon Eye: High-accuracy targeting system with minimal crew exposure. **Elbit Systems**. 2022. Disponível em: <https://www.elbitsystems-uk.com/what-we-do/land/combat-vehicle-systems/optronics/dragon-eye.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.
- FREEDBERG, Sydney J. Jr. Trophy APS: The Best Defense Is Shooting Back. **Breaking Defense**. 2018. Disponível em: <https://breakingdefense.com/2018/03/trophy-aps-the-best-defense-is-shooting-back/>. Acesso em: 09 fev. 2022.
- GALANTE, Alexandre. Leonardo DRS fornecerá sistemas Trophy adicionais ao Exército dos EUA. **Forças Terrestres**. 2019. Disponível em:

<https://www.forte.jor.br/2019/01/20/leonardo-drs-fornecera-sistemas-trophy-adicionais-ao-exercito-dos-eua/>. Acesso em: 04 abr. 2022.

GALANTE, Alexandre. Tiro com o Reparo de Metralhadora Automatizada X. **Forças Terrestres**. 2019. Disponível em: <https://www.forte.jor.br/2019/10/29/tiro-com-o-reparo-de-metralhadora-automatizada-x/>. Acesso em: 19 mar. 2022

GEOVANINI, Carlos Alexandre dos Santos; SIQUEIRA, Renan Reis. **O Sistema C² da Viatura Blindada de Transporte de Pessoal MR 6x6 Guarani**. Santa Maria, Brasil. Periódico Escotilha do Comandante, 2018.

GEOVANINI, Carlos. **Editorial**. Ação de Choque, Santa Maria RS, nº17, 2019.

German Leopard 2A7A1 tanks with Trophy active protection system to be deployed with NATO. **Army Recognition**. 2021. Disponível em: https://www.armyrecognition.com/defense_news_may_2021_global_security_army_industry/german_leopard_2a7a1_tanks_with_trophy_active_protection_system_to_be_deployed_with_nato.html. Acesso em: 09 fev. 2022.

GUDERIAN, H. **Achtung, Panzer! O desenvolvimento de forças blindadas, suas táticas e poder operacional (1914-1937)**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, 2009.

HENSOLDT. **Vehicle Optronics**. Empresa de Material de Defesa. Disponível em: https://www.hensoldt.net/fileadmin/HENSOLDT_2019/Products/Optronics/Vehicle_Optronics/VehicleOptronics_EN_144dpi.pdf. Acesso em: 18 fev. 2022.

IronVision™. **Elbit Systems**. 2022. Disponível em: <https://elbitsystems.com/product/ironvision/>. Acesso em: 26 mar. 2022.

KERBER, Roberto. **Análisis de nuevas técnicas de empleo y mejoramiento del material blindado Leopard**. Boletín Científico Tecnológico nº 20, Academia Politécnica Militar, Chile, 2015-2016.

LUCENA, Davidson. **A importância do Gerenciador do Campo de Batalha (GCB) para o comando e controle dos comandantes nível GC, pelotão e SU na Infantaria Mecanizada**. 2018. Trabalho Acadêmico (Trabalho Acadêmico apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), Rio de Janeiro, 2018.

PACHECO, Antônio. **A VBCCC Leopard 2 A4 de emprego do Exército do Chile como solução para os Requisitos Operacionais do Projeto Nova Couraça: uma análise**. 2020. Trabalho Acadêmico (Trabalho Acadêmico apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), Rio de Janeiro, 2020.

PRATA, Lucas. **Comparação entre o carro de combate Leopard 1 A5 e o Leopard 2 A4 para substituição dos carros de combate brasileiro e a influência na doutrina do pelotão CC**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende-RJ, 2020.

Redação Tecnologia & Defesa. Janelas para modernização do KMW Leopard 1A5 BR (Análise). **Tecnologia & Defesa**. 2019. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/janelas-para-modernizacao-do-kmw-leopard-1a5-br-analise/>. Acesso em: 19 mar. 2022

REIS, Igor. **Comparação das viaturas Leopard 1 A5 e Leopard 2 A4: Análise de suas características, possibilidades e limitações.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende-RJ, 2018.

SANTOS, Neison. Proteção Blindada: O que faz de um tanque, um tanque. **Warfare Blog.** 2017. Disponível em: <https://www.warfareblog.com.br/2017/11/protecao-blindada-o-que-fazde-um.html/> Acesso em: 07 jan. 2022

SCHULZ, David. **Possibilidades de modernização do Leopard 1 A5 BR no tocante a busca de alvos.** 2019. Trabalho Acadêmico (Trabalho Acadêmico apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), Rio de Janeiro, 2019.