

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE ESTADO-MAIOR CONJUNTO
2024/2025**



Trabalho de Investigação Individual

**A PLATAFORMA VIATURA BLINDADA DE RODAS 8X8 - UM ATIVO DA
FORÇA TERRESTRE DE PRÓXIMA GERAÇÃO**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**Ivo Pereira
MAJOR, INFANTARIA**



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

A PLATAFORMA VIATURA BLINDADA DE RODAS 8X8 -
UM ATIVO DA FORÇA TERRESTRE DE PRÓXIMA
GERAÇÃO

MAJOR, INFANTARIA Ivo Pereira

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 24/25

Pedrouços 2025



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**A PLATAFORMA VIATURA BLINDADA DE RODAS 8X8 -
UM ATIVO DA FORÇA TERRESTRE DE PRÓXIMA
GERAÇÃO**

MAJOR, INFANTARIA Ivo Pereira

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 24/25

Orientador: TENENTE-CORONEL, INFANTARIA, José Edgar F. Rainho de Carvalho

Coorientador: TENENTE-CORONEL, CAVALARIA, Marco António Fontoura Cordeiro

Pedrouços 2025



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Ivo Rodrigues Pereira**, declaro por minha honra que o documento intitulado **A plataforma VBR 8X8 - Um ativo da Força Terrestre de Próxima Geração**, corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida, enquanto auditor do **CEMC 2024/2025** no Instituto Universitário Militar, e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas. Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **23 de junho de 2025**

Ivo Rodrigues Pereira



Agradecimentos

A realização deste trabalho não teria sido possível sem o apoio, incentivo e contributo de várias pessoas, às quais expresso o meu mais profundo agradecimento.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Tenente-Coronel José Edgar F. Rainho de Carvalho, pela orientação rigorosa, disponibilidade e incentivo ao longo de todo o processo de investigação e desenvolvimento do trabalho. A sua experiência e exigência académica foram determinantes para a qualidade deste trabalho.

Em segundo lugar, ao meu coorientador Tenente-Coronel Marco António Fontoura Cordeiro pelos conselhos extremamente enriquecedores na partilha do seu conhecimento que contribuiu para o enriquecimento das ideias apresentadas.

Por fim, agradeço à minha família, pelo apoio incondicional, paciência e compreensão nos momentos de maior exigência. Em especial, à minha mulher Marta pelo apoio de retaguarda e aos meus filhos Eva e Samuel pela força que me transmitem.



Índice

1. Introdução	1
2. Revisão da literatura e metodologia.....	4
2.1 Guerra do futuro	4
2.2 Espaço de batalha do futuro.....	7
2.3 Força terrestre do futuro	9
2.4 Metodologia e método	12
3. Tecnologias e características a integrar nas VBR 8X8.....	14
3.1 Edificação de viaturas.....	14
3.2 Características e tecnologias a incorporar	20
3.3 Síntese conclusiva.....	23
4. A Modernização e viabilidade da VBR PANDUR II 8X8	25
4.1 A VBR PANDUR 8X8.....	25
4.2 Potencialidades e vulnerabilidades	28
4.3 Linhas de ação	29
4.4 Síntese conclusiva.....	33
5. Conclusão	34
6. Referências bibliográficas.....	37

Índice de Apêndices

Apêndice A - Corpo de conceitos	Apd A-1
Apêndice B - Ameaças contra viaturas militares terrestres	Apd B-1
Apêndice C - Tecnologias a integrar nas VBR 8X8	Apd C-1
Apêndice D - Modelo de análise.....	Apd D-1
Apêndice E - Tipologia de entrevistas e identificação dos entrevistados.....	Apd E-1
Apêndice F - Questões das entrevistas	Apd F-1
Apêndice G - Análise de entrevistas	Apd G-1
Apêndice H - Avaliação da sobrevivência da VBR PANDUR II 8X8	Apd H-1
Apêndice I - Matriz SWOT	Apd I-1



Índice de Figuras

Figura 1- Nova geometria do EB.....	7
Figura 2- Geometria favorável do EB	8
Figura 3- Requisitos da força terrestre para o EB do futuro.....	9
Figura 4- Modelo integrado da versatilidade.....	10
Figura 5- Requisitos da FTPG	10
Figura 6- Hexágono de ferro	15
Figura 7- Cebola da sobrevivência	17
Figura 8- Ângulos de ataque das ameaças.....	21
Figura 9- Matriz integrada do risco de vulnerabilidade da VBR <i>PANDUR II 8X8</i>	27

Índice de Quadros

Quadro 1 – Características gerais da VBR <i>PANDUR II 8X8</i>	25
Quadro 2 – Potencialidades, Vulnerabilidades, Oportunidades e Ameaças.....	29
Quadro 3 – Conceitos	Apd A-1
Quadro 4 – Ameaças contra viaturas militares terrestres	Apd B-1
Quadro 5 – Tecnologias a integrar nas camadas da “cebola da sobrevivência”.....	Apd C-1
Quadro 6 – Tecnologias e características a integrar na viatura blindada do futuro	Apd C-2
Quadro 7 – Modelo de Análise.....	Apd D-1
Quadro 8 – Tipologia de entrevistas e identificação dos entrevistados.....	Apd E-1
Quadro 9 – Numeração dos guiões e objetivos das entrevistas.....	Apd F-1
Quadro 10 – Questões correspondentes ao guião n. °1.....	Apd F-1
Quadro 11 - Questões correspondentes ao guião n. °2 (Exércitos aliados).....	Apd F-2
Quadro 12 - Questões correspondentes ao guião n.° 3 (Empresas).....	Apd F-2
Quadro 13 – Análise de entrevistas por tema.....	Apd G-1
Quadro 14 – Características gerais da VBR <i>PANDUR II 8X8</i> consideradas	Apd H-1
Quadro 15 – Probabilidade de encontro	Apd H-1
Quadro 16 – Suscetibilidade da VBR <i>PANDUR II 8X8</i>	Apd H-1
Quadro 17 – Probabilidade de destruição da VBR <i>PANDUR II 8X8</i>	Apd H-2
Quadro 18 – Matriz SWOT	Apd I-1



Resumo

O presente estudo analisa a plataforma Viatura Blindada de Rodas 8X8 no contexto da edificação da Força Terrestre de Próxima Geração do Exército Português. Estabeleceu-se como objetivo propor linhas de ação no vetor de desenvolvimento Material que potenciem a Viatura Blindada de Rodas 8X8 enquanto ativo válido no espaço de batalha do futuro. A Investigação seguiu uma metodologia qualitativa, recorrendo a análise documental e entrevistas semiestruturadas para a recolha de dados, adotando o estudo de caso como desenho de pesquisa. Os resultados revelaram a necessidade de modernizar a Viatura Blindada de Rodas *PANDUR II 8X8* para enfrentar os desafios do EB do futuro. A análise permitiu identificar vulnerabilidades e potencialidades da plataforma, fundamentando um conjunto de linhas de ação para implementação até 2034, centradas na otimização da viatura, com melhorias nos pilares da mobilidade, proteção, letalidade e conetividade. Para o período pós-2034, recomenda-se a substituição da plataforma por uma nova que integre as tecnologias e características identificadas, com base nos conceitos do “hexágono de ferro” e da “cebola da sobrevivência”. Conclui-se que, apesar das limitações estruturais da viatura, a sua modernização faseada, alinhada com as tendências tecnológicas, pode assegurar a sua relevância para a Força Terrestre de Próxima Geração.

Palavras-chave: Viatura blindada de rodas 8X8, Espaço batalha do futuro, Edificação de viaturas blindadas, *PANDUR II 8X8*, Exército Português, “Hexágono de Ferro”, “Cebola da Sobrevivência”.



Abstract

This study analyses the 8X8 Wheeled Armoured Vehicle platform within the framework of the development of the Portuguese Army's Next Generation Land Force. The main objective was to propose lines of action within the material development vector that enhance it as a valid asset in the future battlefield. The research followed a qualitative methodology, employing documentary analysis and semi-structured interviews for data collection, and adopted the case study as the research design. The findings revealed the need to modernize the PANDUR II 8X8 Wheeled Armored Vehicle to meet the challenges of the future operational environment. The analysis enabled the identification of both vulnerabilities and potentialities of the platform, supporting a set of lines of action to be implemented by 2034. These are focused on optimizing the vehicle through improvements in the pillars of mobility, protection, lethality, and connectivity. For the post-2034 period, the replacement of the platform is recommended, with a new system that incorporates the identified technologies and characteristics, based on the conceptual frameworks of the “steel-hexagon” and the “onion of survivability”. It is concluded that, despite structural limitations, phased modernization aligned with technological trends can ensure the platform’s relevance to the Portuguese Army's Next Generation Land Force.

Keywords: *8x8 Wheeled Armored Vehicle, Future Battlefield, Design of Armored Vehicles, PANDUR II 8X8, Portuguese Army, “Steel Hexagon”, Onion of Survivability”.*



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

ACar	Anticarro
AFV	<i>Armored Fighting Vehicle</i>
APS	<i>Active Protection Systems</i>
ATGM	<i>Anti-Tank Guided Missile</i>

C

C2	Comando e Controlo
C4I	Comando, Controlo, Comunicações, Computadores e Informações
C4ISR	Comando, Controlo, Comunicações, Computadores e Informações, Vigilância e Reconhecimento
CC&CS	<i>Capability Codes and Capability Statements</i>
COP	<i>Common Operational Picture</i>
C-UAS	<i>Counter-Unmanned Aerial System</i>

D

DPMT	Divisão de Planeamento Militar Terrestre
------	--

E

EB	Espaço de Batalha
EME	Estado-Maior do Exército
EP	Exército Português

F

FTPG	Força Terrestre de Próxima Geração
FTF	Força Terrestre do Futuro
FPV	<i>First Person View</i>

G

GE	Guerra Eletrónica
----	-------------------

H

HEAT	<i>High Explosive Anti-Tank</i>
------	---------------------------------

I

IA	Inteligência Artificial
ICV	<i>Infantry Carrier Vehicle</i>
IED	Engenhos Explosivos Improvisados
IFV	<i>Infantry Fighting Vehicle</i>
ISR	<i>Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i>

IUM	Instituto Universitário Militar
-----	---------------------------------

L

LA	Linhas de Ação
LPM	Lei de Programação Militar

M

MLOH	<i>Midlife Overhaul</i>
MLU	<i>Midlife Upgrade</i>
MUM-T	<i>Manned Unmanned Teaming</i>
MP	Metralhadora Pesada
MD	Multi-Domínio



N

NATO *North Atlantic Treaty Organization*
NBQR Nuclear, Biológico, Químico e Radiológico
NZA *New Zealand Army*

O

OE Objetivos Específicos
OG Objetivo Geral
OODA *Observe, Orient, Decide and Act*

Q

Q Questão
QC Questão Central
QD Questão Derivada

R

RCWS *Remote Controlled Weapon Station*
RPG *Rocket-Propelled Grenade*

S

STANAG *Standardization Agreement*
SWOT Potencialidades, Vulnerabilidades, Oportunidades e Ameaças

T

TDS Sistema de Detecção de Ameaça

U

UAS *Unmanned Aircraft Systems*
UGV *Unmanned Ground Vehicle*

V

VBR Viatura Blindada de Rodas
VM Vetor Material
VUCA Volátil, Urbano, Complexo e Ambíguo



1. Introdução

O Exército Português (EP) encontra-se a desenvolver o seu conceito de Força Terrestre de Próxima Geração (FTPG) para fazer face ao ambiente operacional do futuro. A FTPG tem como objetivo a modernização e transformação das capacidades militares da força terrestre como a conhecemos hoje, fazendo da Viatura Blindada de Rodas (VBR) 8X8 um dos seus equipamentos mais relevantes. O reforço dos níveis de proteção de mobilidade e letalidade dos sistemas de armas constitui um requisito essencial para dar resposta adequada às ameaças, num ambiente operacional cada vez mais caracterizado por ser volátil, urbano, complexo e ambíguo (VUCA) (Abreu, 2024, pp. 565–566). Em 2025, a VBR *PANDUR II* 8X8 completa 16 anos ao serviço do EP, sem que tenha sido submetida a qualquer processo significativo de melhoramento ou modernização. Esta plataforma está ao serviço de um número limitado de países, nomeadamente Portugal, República Checa e Filipinas, facto que tem levado o EP a assumir uma postura cautelosa relativamente ao seu ciclo de vida (vide apêndice A), encontrando-se em fase de planeamento e decisão de uma possível modernização ou substituição a médio prazo (Oliveira, 2024).

A guerra na Ucrânia tem demonstrado de forma clara o papel crucial desempenhado pelas viaturas blindadas num conflito de alta intensidade (vide apêndice A), no qual a mobilidade, proteção e poder de fogo relevam-se fundamentais para a sobrevivência e manutenção da capacidade de combate das forças (Cranny-Evans, 2023).

A plataforma VBR 8X8 distingue-se pelo equilíbrio entre mobilidade, proteção e poder de fogo, características intrínsecas às forças médias e às plataformas de rodas 8X8. A sua contínua evolução é determinante para garantir que as forças de próxima geração possuam níveis adequados de mobilidade, proteção e letalidade, essenciais à mitigação das vulnerabilidades causadas pelas ameaças emergentes, dotadas de capacidade superiores de deteção e precisão.

Neste sentido, a plataforma VBR 8X8 configura-se como uma solução particularmente adequada às necessidades da força terrestre, uma vez que as suas características permitem a manobra rápida e eficaz das forças numa ampla variedade de ambientes operacionais adversos. Por conseguinte, o estudo desta plataforma revela-se crucial para a modernização e adaptação das capacidades militares, garantindo o cumprimento efetivo dos requisitos da FTPG.

Para a presente investigação, define-se como objeto de estudo a plataforma VBR 8X8 no EP. Em termos de conteúdo, o mesmo encontra-se delimitado ao Vetor Material (VM), focando-se especificamente na plataforma VBR 8X8, nas configurações de *Infantry Fighting*



Vehicle (IFV) e *Infantry Carrier Vehicle* (ICV) e quais as características que a mesma deverá contemplar para se constituir um sistema válido para a sua integração na FTPG.

No domínio temporal, o estudo está delimitado ao período compreendido entre a 2021, data da elaboração da informação da Divisão de Planeamento Militar Terrestre (DPMT) sobre a FTPG do Estado-Maior do Exército (EME), e 2050. A atual Lei de Programação Militar (LPM) (Lei Orgânica n.º 1/23, de 17 de agosto) encontra-se em vigor até 2034, não prevendo dotação orçamental suficiente para a total modernização ou substituição da VBR *PANDUR II 8X8*. Assim considera-se pertinente estender a análise até 2050, onde se prevê que o Espaço de Batalha (EB) (vide apêndice A) do futuro tenha o seu expoente máximo (Lacy, 2023, pp. 3–7; Watling, 2024, p. 8) e permitindo ainda contemplar o ciclo da próxima LPM 2035-2046.

No âmbito espacial, o estudo terá como referência o EB do futuro, caracterizado pela sua transparência, resultante da presença de múltiplos sensores, num ambiente de alta intensidade e elevada letalidade, marcado pela presença de capacidades de Multi-Domínio¹ (MD) (Antal, 2023, p. 9, p. 70).

O estudo não se limita à análise da adequação da plataforma aos *North Atlantic Treaty Organization* (NATO) *requirements* exigidos para a *Medium Infantry Brigade*, que se baseiam nos *Bi-Strategic Command* (Bi-SC) *Capability Codes and Capability Statements* (CC&CS) e nos NATO *Capability Targets*, nem ao *Standardization Agreement* (STANAG) 4569 *Protection Levels for Occupants of Armoured Vehicles*, que define os níveis de proteção, mobilidade e letalidade exigidos às forças NATO. Considera-se que desenvolver o estudo à luz das exigências atuais da NATO, no que respeita às características requeridas para edificação de viatura blindadas, seria inadequado face à delimitação temporal estabelecida. Assim privilegia-se uma abordagem centrada na análise das exigências do EB do futuro. As limitações orçamentais não foram consideradas na definição das características e tecnologias a incorporar nas viaturas VBR 8X8 de próxima geração, somente apenas tidas em conta aquando da extrapolação dos resultados para a realidade do EP, momento em que foram consideradas como fator de limitação.

Definiu-se como Objetivo Geral (OG) deste trabalho a proposta de linhas de ação (LA) a desenvolver no VM que potenciem a plataforma VBR 8X8 enquanto ativo válido na FTPG. Para apoiar a consecução do OG, foram estabelecidos dois Objetivos Específicos (OE):

¹ Orquestração das atividades militares em todos os domínios e ambientes, sincronizada com atividades não militares, para permitir à Aliança criar efeitos convergentes com a rapidez necessária (North Atlantic Council, 2023, p. 9).



- OE1: Selecionar as características e tecnologias² a incorporar nas VBR 8X8 para que se constituam um ativo válido no EB do futuro;
- OE2: Analisar a viabilidade da modernização da VBR *PANDUR II 8X8*.

A concretização do OG materializa-se na formulação da resposta à Questão Central (QC): Quais as LA a desenvolver no VM que potenciem a plataforma VBR 8X8 enquanto ativo válido para a FTPG?

De forma homóloga, a consecução dos OE concretiza-se através da reposta às seguintes Questões Derivadas (QD):

- QD1: Quais as características e tecnologias a incorporar nas VBR 8X8 de próxima geração?
- QD2: Quais as potencialidades e vulnerabilidades na modernização da VBR *PANDUR II 8X8*?

A resposta à QC será obtida através da proposta de LA a desenvolver no VM que potenciem a plataforma VBR 8X8 no futuro EB.

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, organizados de forma lógica e progressiva para facilitar a compreensão do percurso da investigação. O primeiro capítulo corresponde à introdução, na qual se apresentam o objetivo de estudo e sua delimitação, os objetivos da investigação e as respetivas questões. No segundo capítulo é dedicado à revisão da literatura onde se analisam os conceitos sobre a guerra do futuro, EB do futuro e Força Terrestre do Futuro (FTF), bem como a metodologia e método adotado na condução da investigação. O terceiro centra-se na identificação e seleção das características e tecnologias a integrar nas VBR de próxima geração. No quarto capítulo procede-se à análise da viabilidade da modernização da VBR *PANDUR II 8X8*, apresentando-se propostas de LA a adotar. Por fim o quinto capítulo expõe-se as conclusões gerais do estudo, sintetizando os principais resultados obtidos e apontando possíveis direções para futuras investigações.

² Tecnologia inclui ferramentas específicas, equipamentos e/ou técnicas para ações instrumentais. Tal definição implica que uma tecnologia poderá ser constituída por pelo menos um dos seguintes componentes: um componente tangível (material ou objetos físicos) e um componente intangível (informação) (Griffith (1999), cit. por Ribeiro,2004).



2. Revisão da literatura e metodologia

Este capítulo analisa os principais disruptores que transformam a condução da guerra, procurando estabelecer as condições operacionais que determinam a necessidade de adaptação das forças e dos sistemas de combate perante tal evolução. Após a análise dos disruptores, caracteriza-se o EB do futuro permitindo compreender a sua evolução e qual a alteração na sua geometria tradicional, bem como a forma como as unidades militares se organizarão. Paralelamente, procurou-se avaliar as características que uma força militar deverá possuir para enfrentar os desafios criados pelo EB do futuro e de que forma o EP idealizou a sua FTPG.

2.1 Guerra do futuro

A guerra do futuro será marcada pela integração total de capacidades de MD, onde as tecnologias emergentes e disruptivas, aliadas à transparência do EB, redefinirão a velocidade a que as operações militares decorrerão, tornando-o num espaço cada vez mais letal. Esta nova realidade exigirá uma contínua adaptação das forças para enfrentar ameaças cada vez mais complexas e imprevisíveis. Segundo Antal (2023, p. 11) e tendo por análise o estudo aprofundado de conflitos recentes, identificaram-se nove disruptores que moldam a forma e métodos de fazer a guerra do futuro que podem ser caracterizados como:

- **EB transparente:** A capacidade de monotorização no atual EB com a presença de elevado número de sensores³, não existindo santuários onde as forças se possam resguardar-se. Na atualidade, a rede de vigilância estabelecida permite a localização de alvos em todo o EB, mesmo na profundidade do mesmo. Tudo pode ser visto, de noite ou de dia e em quaisquer condições meteorológicas onde diferentes camadas de sensores permitem uma visualização em tempo real do EB. Um conjunto de sensores padrão e multiespectrais permitem a observação em cinco principais áreas ou assinaturas: no espectro visível, térmico, eletrónico, acústico e quântico. A dissimulação e ocultação das forças terá um papel central na condução de operações militares (Antal, 2023, pp. 13–29).
- **Vantagem do primeiro ataque:** Baseia-se na capacidade de desferir um ataque inicial devastador, desorganizando e paralisando a ameaça, inibindo-o de preparar uma resposta eficaz. Um ataque surpresa inicial que destrua os principais alvos críticos, se executado com uma força esmagadora poderá ser decisivo. A conjugação de sensores que detetam quase tudo do EB, os fogos de precisão às

³ Tipicamente aéreos, *Unmanned Aerial System* (UAS), radares, aeronaves e imagens de satélite.



- longas distâncias e os UAS capitalizam esta possibilidade (Antal, 2023, pp. 31-45).
- **Ataque Vertical (*top attack*):** Este tipo de ataque é uma das táticas mais letais presentes na guerra moderna, explorando as vulnerabilidades na parte superior das viaturas blindadas. A disseminação do uso de *loitering ammunitions*⁴ e de UAS armados permitiu atingir alvos a partir do topo, onde as forças e meios são mais vulneráveis, conseguindo efetuá-lo com extrema precisão e com recurso a tecnologias relativamente pouco dispendiosas e acessíveis no mercado civil. Os conflitos recentes demonstram a eficácia deste método, sendo que a insuficiência de medidas *Counter-Unmanned Aerial System* (C-UAS) agrava o impacto desta técnica. (Antal, 2023, pp. 47–55).
 - **Inteligência Artificial (IA) e aceleração das operações militares:** O uso de IA na análise de dados e no auxílio à tomada de decisão em tempo real, fez com que a velocidade das operações aumentasse. A IA reduz o tempo do ciclo de *targeting*, desde a deteção ao impacto no alvo. Quando integrada com o *big-data*, facilita a análise e tratamento de grandes volumes de informação, acelerando a tomada de decisão. Deste modo afirma-se que a IA é um dos principais disruptores da guerra do futuro (Antal, 2023, pp. 55–67).
 - **Automatização dos sistemas de armas:** A evolução tecnológica permitirá desenvolver sistemas de armas com maior autonomia, reduzindo progressivamente a necessidade de intervenção humana. A existência de sistemas com IA e sensores MD aumentão a rapidez de empenhamento e a precisão dos ataques. A combinação entre IA e fogos de precisão de longo alcance (artilharia, UAS, *lotering ammunitions* e/ou mísseis) serão revolucionários, quando conectados a uma rede de sensores geridos por IA, acelerando exponencialmente o ciclo de *targeting*. Neste contexto, a ocultação e mascaramento tornam-se determinantes para reduzir assinaturas térmicas, acústicas e eletromagnéticas para evitar a deteção (Antal, 2023, pp. 67–74).
 - **Kill Web:** Representa a evolução da *Kill Chain*⁵, incorporando IA e a rede MD, que permitem a aceleração e automatização da aquisição e destruição de alvos. Ao

⁴ Munições de espera que são sistemas aéreos concebidos para permanecer ("*loiter*") no espaço aéreo durante um período, à procura de um alvo, quando o detetam empenham-se sobre o mesmo, destruindo-o através de impacto direto. Combinam características de UAS de vigilância e mísseis de ataque, reunindo capacidades de reconhecimento, aquisição e seleção de alvo e ataque num único sistema.

⁵ A *Kill of Chain* é o processo sequencial desde a deteção de um alvo até à sua neutralização, envolvendo fases como detetar, fixar, seguir, designar, atacar e avaliar (Pavlak, 2023).



contrário da *Kill Chain*, que segue um processo linear e é dependente da intervenção humana, a *Kill Web* irá conectar todos os sensores e os sistemas de armas e possibilitar uma tomada decisão muito rápida, reduzindo drasticamente o tempo de resposta e aumentando a letalidade (Antal, 2023, pp. 75–83) (vide apêndice A).

- **Super Enxame:** O conceito de super enxame (vide apêndice A) tem por base o uso massivo de UAS autônomos com IA incorporada que lhes permite uma sincronização para a execução de tarefas de forma coordenada e em simultâneo. Ao contrário da utilização de UAS de forma isolada, os enxames operam como um único organismo que, quando empregues, irão sobrecarregar os sistemas de defesa área tradicionais (Antal, 2023, pp. 85–94).
- **Visualização do EB:** A capacidade de visualização do EB é fundamental, materializando-se na atualmente através da designada *Common Operational Picture* (COP), que permite aos comandantes exercerem o seu Comando e Controlo (C2) de forma eficaz. Este conceito aponta para um futuro onde a *internet* das coisas se integra no EB através de um ecossistema interligado de sensores, viaturas e sistemas de armas capazes de comunicar entre si. Tal evolução conduzirá progressivamente a uma situação de *All-Domain COP*, possibilitando a visualização em tempo real de todos os domínios. A IA assume um papel central ao reduzir a carga cognitiva dos comandantes e dos estados-maiores, acelerando o ciclo de decisão, conhecido por *observe, orient, decide and act* (OODA) (Antal, 2023, pp. 95–109).
- **Domínio da decisão:** É a capacidade de tomar decisões de forma mais rápida e precisa do que o adversário, garantindo vantagem e iniciativa nas operações. Essa vantagem depende da IA, da interligação de sensores e da análise de dados em tempo real. No futuro, o domínio da decisão assenta na fusão entre IA e humanos, possibilitando uma análise instantânea dos cenários e a geração imediata de de opções, garantindo assim a supremacia no EB (Antal, 2023, pp. 111–123).

Outro aspeto a ter em consideração é a urbanização dos conflitos. Será neste tipo de terreno que se antevê a principal atuação das FTF (New Zealand Army [NZA], 2017, p. 18). King (2022, p. 91) argumenta que os conflitos armados decorrerão em ambientes urbanos, não apenas como reflexo da urbanização e do crescimento da população, mas também devido à redução do tamanho das Forças Armadas dos Estados, que torna mais difícil a condução de combates em terreno aberto.

Pese embora a matriz e visão cada vez mais urbanizada do combate, as operações

militares continuarão a decorrer em espaços abertos, passando estes a ser espaços de transição entre operações, ou de disputa, sendo necessário o seu controlo para evitar o isolamento de forças e criar condições para o combate nos centros urbanos (King, 2022, p. 91; J.S.J. Pryce, entrevista via vídeo-teleconferência, 12 de fevereiro de 2025)

2.2 Espaço de batalha do futuro

Segundo Watling (2024, pp. 95-97), a geometria do EB tem evoluído significativamente, sendo essa evolução visível nos conflitos atuais. A tradicional separação entre frente, retaguarda e profundidade está a ser substituída por um modelo fluído, onde sensores, fogos de precisão e guerra eletrónica (GE) têm esbatido estas fronteiras. Em ambiente urbano, os conflitos tornaram-se mais assimétricos, desafiando a superioridade das forças tradicionais face a oponentes tecnologicamente inferiores que exploram o terreno urbano para compensar as suas desvantagens. A organização clássica do EB, baseada em áreas bem definidas, está a ser superada pela utilização de tecnologias disruptivas e emergentes. A crescente sincronização entre domínios e a proliferação de fogos de precisão alteraram este paradigma, levando à evolução da forma como o EB é organizado. Watling (2024, pp. 98-99) visualiza a organização do EB em Zona de Oportunidade, sem sensores do adversário, onde a concentração de forças é viável e sem risco imediato; Zona de Contestação, com a presença de forças amigas e adversárias dentro dos alcances mútuos de fogos e da GE; e Zona de Risco, onde o adversário detém supremacia e atua livremente fora do alcance dos sensores e fogos amigos. O EB deixará de ser linear, Forças Russas já admitem um modelo fragmentado onde unidades operam com flancos expostos, protegendo-se pela execução de um elevado número de fogos ou GE. Esta conceção demonstra que a existência de uma linha de contacto perfeitamente definida e linear, não é compatível com a forma de combate do futuro (Watling, 2024, pp. 97-99).

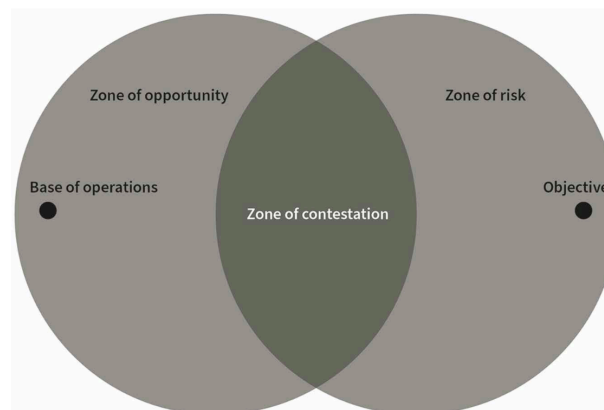


Figura 1- Nova geometria do EB

Fonte: Watling (2024).

Partindo da figura 1, o EB deve ser moldado durante as operações, atuando em todos os domínios para criar condições favoráveis às nossas forças, idealmente alcançando a geometria representada na figura 2. A manobra deverá focar-se em trazer o objetivo para “dentro” da zona de oportunidade. Para isso, será necessário cegar os sensores do adversário, derrotar as capacidades de reconhecimento, atacar a artilharia, interferir nas comunicações e empregar as capacidades de *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance* (ISR), forçando o adversário a recuar e permitindo o avanço para o objetivo (Watling, 2024, p. 99).

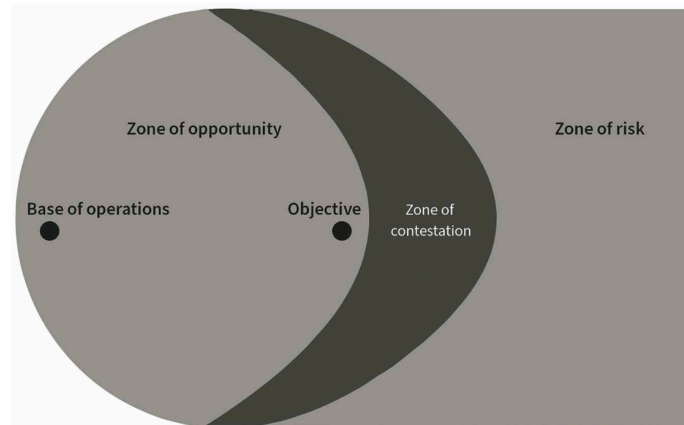


Figura 2- Geometria favorável do EB

Fonte: Watling (2024).

A evolução do conceito de EB tem sido impulsionada pela evolução tecnológica, com destaque para o desenvolvimento dos sensores, das munições guiadas e dos UAS, que possibilitam a identificar e atacar alvos de forma precisa, reduzindo a necessidade de combate próximo favorecendo o combate remoto a longas distâncias (J. Antal, entrevista via vídeo-teleconferência, 01 de fevereiro de 2025).

A proliferação da utilização de UAS com capacidade ISR e radares aumenta a transparência do EB, facilitando a monitorização e ataques eficazes a grandes distâncias (King, 2021, p. 143). A GE e o ciberespaço assumem um papel de destaque na disrupção do C2, podendo ter efeitos superiores aos das operações militares convencionais (Lacy, 2023, p. 158).

O EB do futuro será marcado pela presença de sistemas de combate autônomos, ritmo elevado e predominância de combate decisivos em ambiente urbano. As forças terão de operar de forma mais dispersa, com forças modulares, pequenas e ágeis, evitando a concentrações que causem vulnerabilidade. A conectividade será essencial para assegurar a eficiência operacional. Estas forças deverão igualmente ser capazes de se concentrarem em momento cruciais para maximizar o seu potencial de combate (Feltey, Ireland, Barley, & Russel, 2025, p. 2; Watling, 2024, p. 98).

O sucesso passará pela constituição de pequenas unidades de armas combinadas, altamente móveis, apoiadas por fogos de longo alcance e sincronizadas com os restantes domínios (Antal, 2022, p. 122; Ribeiro, 2023, p. 11). O combate em profundidade, evidenciado no conflito da Ucrânia, continuará a ser uma tendência, visando reduzir a capacidade de combate próximo antes mesmo desse potencial ser empregue na linha da frente, ou proporcionar mais tempo para as unidades na linha de contacto para desenvolverem a sua manobra (Latiff, 2017, pp. 19–68; Watling, 2024, p. 96).

2.3 Força terrestre do futuro

A FTF terá de possuir um conjunto de capacidades e requisitos para se adequar às exigências do EB do futuro. Para que uma força seja capaz de operar em todo o espectro das operações e aplicar o conceito MD, esta terá de ser capaz de se adaptar em termos organizacionais e operacionais. Segundo Tudorache (2021, p. 169), os requisitos considerados diferenciadores são: doutrina flexível, conetividade, projeção operacional e estratégica, modularidade, mobilidade tática (vide apêndice A) e agilidade e versatilidade. A figura 3 representa os requisitos necessários e a forma progressiva que os mesmos devem ser desenvolvidos segundo o autor.



Figura 3- Requisitos da força terrestre para o EB do futuro

Fonte: Adaptado a partir de Tudorache (2021).

Na perspetiva de Weissmann e Nilsson (2023, p. 407), para que a FTF seja capaz de se manter competitiva no EB terá de desenvolver um conjunto de tarefas num ambiente cada vez mais complexo e dinâmico onde o desenvolvimento de capacidades das forças terrestres para os conflitos do futuro assenta na obtenção da versatilidade. Nesta visão, a versatilidade é a componente principal em termos organizacionais para a edificação de forças. A versatilidade é constituída por dois elementos, a adaptabilidade (vide apêndice A) e

flexibilidade, que em conjunto conferem a uma força a capacidade de se organizar e adaptar de forma eficiente a novas situações no EB. A figura 4 ilustra o modelo integrado da versatilidade de uma força.

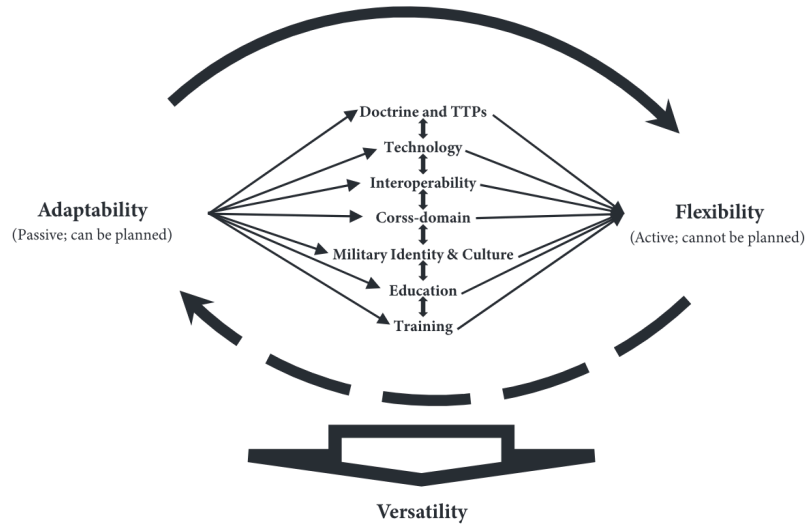


Figura 4- Modelo integrado da versatilidade

Fonte: Weissmann & Nilsson (2023).

Para o EP, a sua visão da FTPG assenta em oito requisitos. A edificação é assente na mobilidade e agilidade, proteção e sobrevivência, conectividade, integração, letalidade, escalabilidade e resiliência (Abreu, 2024, pp. 567-569).

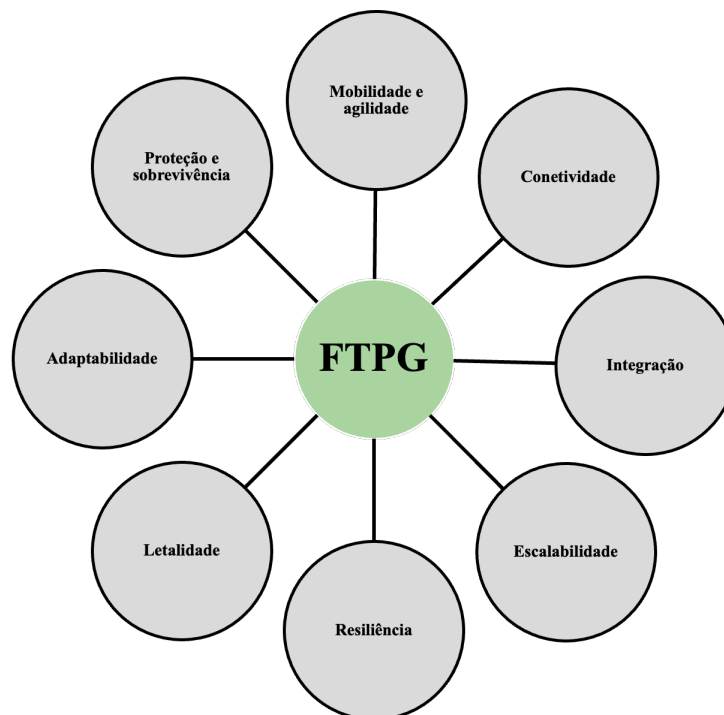


Figura 5- Requisitos da FTPG

No que concerne à **mobilidade e agilidade**, estes requisitos tornam-se fundamentais



devido ao elevado número de sensores presentes no EB que torna a detecção muito mais rápida, aliados à existência de sistemas de armas com maior alcance. Neste sentido, manter forças em movimento reduz as suas vulnerabilidades (Abreu, 2024, p. 567). Na **Proteção e Sobrevivência** (vide apêndice A) no EB moderno, é expectável a existência de ameaças convencionais e não convencionais, exigindo uma abordagem mais abrangente que permita fazer face a ameaças com elevada capacidade tecnológica. O EP considera que as plataformas devem possuir blindagem ativa, proteção C-UAS, sistemas de armas operados remotamente do interior das viaturas e a integração de plataformas robotizadas para aumento de proteção (Abreu, 2024, p. 568). A **conetividade** visa proporcionar aos comandantes, no terreno, ferramentas necessárias para a recolha de informação dos ambientes Ciber e Eletromagnético, permitindo operar forças de forma eficaz na dimensão física e potenciar o domínio virtual. Cada plataforma atua como sensor para a recolha de informações e contribuiu para a COP (Abreu, 2024, p. 568). A **adaptabilidade** da força terrestre face à imprevisibilidade do ambiente operacional, é fundamental para fazer face a variáveis desconhecidas. No plano material, a aposta reverá recair em plataformas modulares que possibilitem a reconfiguração para diferentes propósitos (Abreu, 2024, p. 568). São também componentes-chave das FTF, no âmbito da gestão informacional do EB, os equipamentos com arquiteturas abertas, que permitam a **integração** de redes e tecnologias civis nas redes militares, bem como a incorporação de sistemas robotizados, aéreos ou terrestre (Abreu, 2024, p. 568).

A **letalidade** (vide apêndice A) deve ser analisada, não só na capacidade balística do armamento, mas também na capacidade de detecção e de empenhar o adversário de forma precisa, rápida e decisiva. A dimensão aérea do combate terrestre ganhará cada vez mais relevância, possibilitando o combate terrestre para além da linha de vista com o uso de *loitering ammunitions* ou UAS armados (Abreu, 2024, p. 568). A **escalabilidade** pretende manter um nível de flexibilidade que possibilite que uma força constituída se reajuste para o cumprimento da missão, recebendo módulos, unidades ou sistemas (Abreu, 2024, p. 568). A **resiliência** traduz-se na capacidade de uma força ser capaz de suportar choques externos e aprender com as adversidades, adaptar-se para garantir a continuidade operacional (Abreu, 2024, pp. 568-569).

O processo transformacional para a FTPG do EP caracteriza-se, na sua conceção, como o desidrato de edificar uma força altamente adaptável, digitalmente avançada e flexível, que seja capaz de operar em todo o espetro operacional, desde operações militares de alta intensidade até missões de apoio civil. Envolve a integração de tecnologias modernas, como



a robótica, IA, sistemas de C2 digitais e plataformas de combate modulares (Abreu, 2024, pp. 565-572).

A FTF deverá apresentar versatilidade para se poder adaptar aos desafios dos EB do futuro, sendo que a mesma resulta da conjugação da adaptabilidade e da flexibilidade. Devido à nova geometria e características do EB, as forças terão de atuar com uma maior dispersão, em que as unidades serão mais reduzidas para evitar a sua deteção, sendo necessário serem assentes num conjunto de requisitos para, em última instância, alcançarem a desejada versatilidade no EB.

2.4 Metodologia e método

2.4.1 Metodologia

A metodologia de investigação adotada ao longo da presente investigação segue um raciocínio dedutivo, pois parte de uma premissa geral que é a plataforma VBR 8X8 como sistema diferenciador no EB do futuro, transpondo para a particularidade do EP e de que forma esta se tornará um ativo para a FTPG.

A estratégia de investigação seguida foi a qualitativa, focada na recolha de dados através de análise documental e complementada com o recurso a entrevistas semiestruturadas (Santos & Lima, 2019, pp. 28-29).

O desenho de pesquisa adotado foi o estudo de caso, consistindo num procedimento metodológico que procura recolher informação detalhada sobre uma única unidade de estudo, no caso, a VBR 8X8 no EB do futuro, que nos permitiu inferir sobre as LA a desenvolver para tornar a plataforma VBR 8X8 um ativo da FTPG (Santos & Lima, 2019, p. 27).

2.4.2 Método

O percurso metodológico decorreu em duas fases, uma primeira fase exploratória e uma segunda fase analítica e conclusiva.

Durante a fase exploratória, para a compreensão do objeto de estudo e a determinação dos conceitos estruturantes e dimensões, desenvolveu-se pesquisa e análise documental com recurso a fontes primárias, nomeadamente documentos doutrinários nacionais e internacionais, e fontes secundárias, tais como trabalhos académicos e artigos científicos. Concorrentemente foram realizadas entrevistas exploratórias na DPMT do EME e a realização de uma reunião de apresentação da FTPG ambas na DPMT do EME, com a intenção de clarificar aspetos relevantes para a investigação.

A fase analítica e conclusiva foi baseada no Modelo de análise (vide apêndice D). A análise documental nacional assentou em Publicações Doutrinárias do Exército,



informações, documentos estruturantes e manuais, com o objetivo de enquadrar o objeto de estudo. A nível internacional recorreu-se a publicações de especialistas nas áreas de prospetiva da guerra e de edificação de viaturas. A recolha de dados foi complementada com o recurso a entrevistas semiestruturadas.

A amostragem das entrevistas foi não probabilística por escolha racional, envolvendo militares cujo a função ou cargo estivessem relacionados com a FTPG, planeamento e edificação de capacidades militares terrestres, bem como a especialistas internacionais, representantes da indústria de armamento e do Exército Espanhol (vide apêndice E e F). Foi elaborado uma análise temática com o estabelecimento de cinco temas: EB do futuro, FTF, Edificação de viaturas, Tecnologias a incorporar nas viaturas blindadas do futuro, Modernização VBR *PANDUR II 8X8* e Potencialidades e vulnerabilidades das VBR *PANDUR II 8X8* (vide apêndice G) (Bryman, 2012, pp. 579–582; Santos & Lima, 2019, p. 125).



3. Tecnologias e características a integrar nas VBR 8X8

Com base na caracterização prévia da guerra e do EB do futuro, este capítulo identifica as características e tecnologias a incorporar nas VBR 8X8, de modo a garantir a sua relevância no contexto operacional do futuro. Será abordado o processo de edificação de viaturas bem como os pilares sobre os quais essa mesma edificação deverá ocorrer, por forma a ir ao encontro das exigências futuras do combate terrestre. Após a revisão da literatura procurou-se, através da consulta documental e entrevistas a especialistas, selecionar as características e tecnologias a incorporar nas viaturas VBR 8X8 de próxima geração.

3.1 Edificação de viaturas

O “triângulo de ferro” constitui-se como o conceito base da edificação das viaturas blindadas ao longo do século XX, sendo que o mesmo assenta em três pilares: mobilidade, poder de fogo e proteção. Durante grande parte do século XX a evolução das viaturas blindadas centrou-se no equilíbrio entre estes três fatores em que qualquer melhoria num dos pilares implicava o compromisso nos outros dois (Fadel, Kirschman, Gorsich, & Masoudi, 2024, p. 389). As novas exigências da guerra impõem uma expansão desse conceito, uma vez que a evolução tornou a eficácia das viaturas blindadas dependente de mais do que apenas das características físicas tradicionais (Antal, 2017, p. 2).

Autores como Antal e Muspratt acrescentaram a necessidade da introdução de novos elementos na equação. Antal (2017, pp. 6-8) defende a introdução dos pilares furtividade e conectividade. A introdução da furtividade está relacionada com a redução da deteção por sensores modernos e a conectividade com a necessidade de evolução para um ecossistema digital de combate.

Muspratt (2019, p. 1) propõe a evolução do conceito para uma base hexagonal, mantendo a mobilidade e letalidade, mas convertendo a proteção em sobrevivência acrescentando conectividade, adaptabilidade e automatização. Este será o modelo de edificação de viaturas blindadas que teremos como base no desenvolvimento do presente trabalho (figura 6).



Figura 6- Hexágono de ferro

Fonte: Muspratt (2019).

De seguida proceder-se-á à análise pormenorizada de cada pilar, para uma compreensão da abrangência de cada um na edificação de viaturas tendo em foco o EB do futuro.

3.1.1 Mobilidade

A mobilidade define-se como a capacidade de uma viatura se deslocar eficazmente no EB, possibilitando a rápida adaptação a diferentes terrenos e cenários. A mobilidade é influenciada pela conjugação de diversos fatores como a velocidade, aceleração, raio de viragem, pela pressão sobre o solo e pelo desempenho em terrenos acidentados (Horton, 1996, pp. 52-62).

Com a intensificação de operações em ambientes urbanos e dinâmicos, a mobilidade e agilidade desempenham um papel essencial, existindo uma maior importância na mobilidade operacional (vide apêndice A) e tática (Balos, Grabulov, & Sidjanin, 2024, p. 488; S. Sousa, entrevista presencial, 20 de março de 2025). Em espaços reduzidos, a mobilidade torna-se um fator crítico, superando por vezes a necessidade de maior letalidade. Num EB extremamente disputado e letal, a rapidez na movimentação e projeção de forças dentro do teatro de operações é fundamental, especialmente considerando que viaturas blindadas de lagartas enfrentam dificuldades na mobilidade operacional, nomeadamente em deslocações superiores a 300 km, favorecendo neste particular as VBR (Muspratt, 2019, pp. 1-2). Uma unidade equipada com VBR 8X8, que pesam cerca de metade de um carro de combate, dispõe de maior capacidade de projeção operacional pelos seus próprios meios. Os



conflitos armados do futuro exigirão uma movimentação rápida de pessoal e viaturas blindadas entre dois pontos, utilizando os próprios meios de forma eficiente, segura e tão econômica quanto possível (J. Bauer, entrevista por vídeo-teleconferência, 01 de abril de 2025).

3.1.2 Letalidade

Letalidade de um sistema de combate terrestre refere-se à capacidade de identificar, atingir e neutralizar alvos de forma eficaz. Na definição tradicional de letalidade o conceito é determinado por três fatores principais: a aquisição de alvos, com a capacidade de detetar, identificar e determinar distâncias; o controlo de tiro, que engloba sistemas de mira e estabilização; e o sistema de armamento, que incluiu as características da arma e das munições (Horton, 1996, pp. 20–34).

A letalidade necessária para o EB do futuro não pode ser analisada tendo em conta somente as características da arma principal da viatura e o conceito tradicional de letalidade. Será necessário o emprego de munições especializadas, que em conjugação com os sensores, possibilitarão uma melhoria da letalidade, bem como o recurso a torres não tripuladas, que se tornarão cada vez mais comuns nas viaturas do futuro. A letalidade deverá integrar sistemas como UAS de sacrifício, *loitering ammunitions*, armas anticarro (ACar) ou sistemas armados robotizados que permitam eliminar a ameaça às longas distâncias, mesmo antes de esta detetar a nossa presença (Muspratt, 2019, pp. 5-6; J. Bauer, *op. cit.*).

3.1.3 Sobrevivência

A sobrevivência é a capacidade de o sistema minimizar a vulnerabilidade perante ameaças e manter a sua capacidade e eficácia operacional. Envolve todas as medidas e meios necessários para reduzir a exposição ao perigo. Um sistema sobrevive não apenas resistindo ao impacto de uma munição, mas pela conjugação da capacidade de detetar, evitar e responder a ameaças de forma eficaz (Burgess & Gaidow, 2015, p. 3).

A “cebola da sobrevivência” é uma abordagem analítica da sobrevivência das plataformas de combate, que permite entender a proteção de uma viatura blindada para além da sua blindagem. Segundo Dodge e Mackelvey (2013, pp. 3-5), este modelo estrutura a proteção das viaturas em diferentes camadas, começando no nível mais externo denominado de *don't be seen*. Nesta camada, a intenção é dissimular a viatura e impedir a sua deteção, tornando-a “invisível” em todo o espectro, reduzindo a sua assinatura e dificultando a identificação pelos sistemas de vigilância da ameaça. A segunda camada - *dont be targeted* - é materializada pelo avistamento da viatura por parte da ameaça sendo que a sua finalidade é evitar a aquisição da viatura. A terceira camada - *don't be hit* - corresponde ao momento

em que a ameaça já detetou a viatura e está a empenhar-se ativamente na sua destruição. Do ponto de vista da proteção, esta camada visa evitar que a viatura seja atingida por sistemas ou vetores de lançamento, sejam eles de impacto direto ou de efeito explosivo. A quarta camada -*don't be penetrated*- orientada para quando a ameaça já detetou, já adquiriu e já atingiu a viatura com algum tipo de projétil. Nesta camada a viatura depende da sua proteção balística ou outros subsistemas para proteger a tripulação e os sistemas críticos da viatura. A última camada - *don't be killed* - onde a ameaça superou todas as camadas anteriores e conseguiu atingir e penetrar a viatura afetando a tripulação e os sistemas dos críticos. Nesta camada a viatura dependerá da existência de *spall liners*⁶, compartimentação e equipamento de proteção individual, entre outras medidas para evitar o ferimento ou a morte da tripulação e afetação dos sistemas críticos da viatura.

Devido às características do EB é essencial acrescentar mais uma camada externa ao proposto por Dodge e Mackelvey (2013, pp-3-5), relacionada com o evitar confronto (*avoid encounter*). Nesta camada pretende-se detetar a ameaça e, não havendo capacidade de a enfrentar, evitá-la, esta dependerá da capacidade de vigiar para além da linha de vista com o recurso a UAS, radares passivos e das capacidades do sistema integral de combate em providenciar essa informação (Guzie, 2004, p. 11). Na figura 7 podemos observar graficamente as diferentes camadas da proteção.

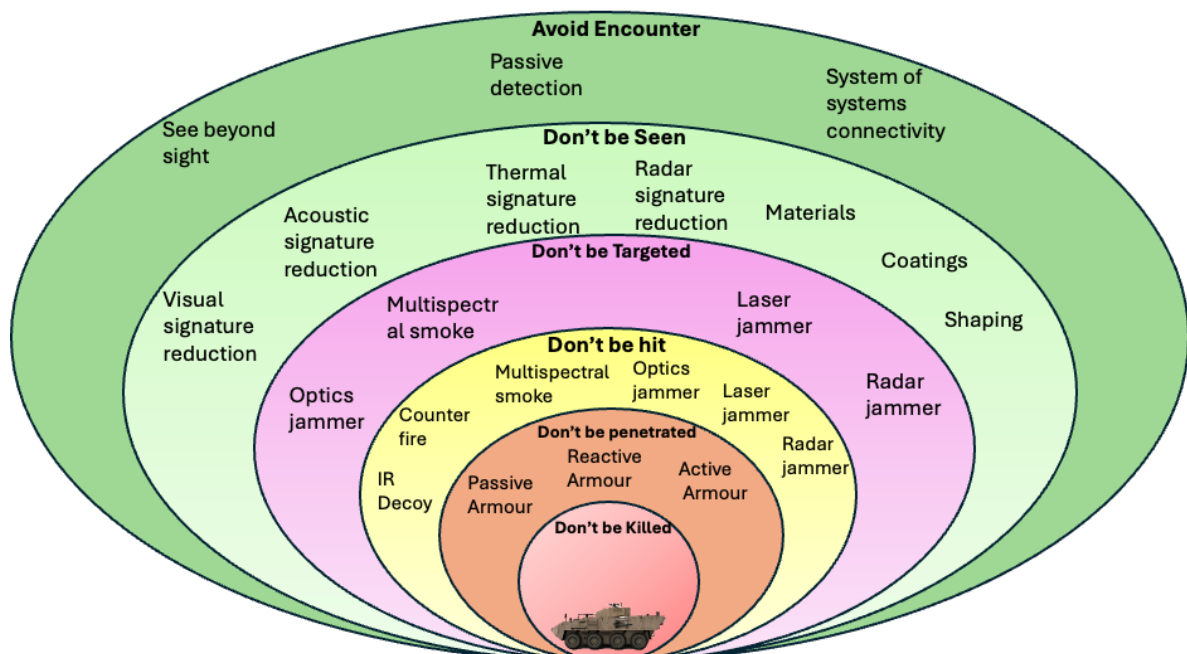


Figura 7- Cebola da sobrevivência

⁶ Os *spall liners* são revestimentos internos concebidos para minimizar os efeitos das munições que, embora não perfurem completamente a blindagem, geram fragmentos metálicos (Horton, 1996, p.14).



Fonte: Adaptado a partir de Burgess & Gaidow (2015); Dodge & McKelvey (2013) e Guzie (2004).

A eficácia da viatura depende da sua capacidade de executar o ciclo OODA. Se a tripulação não conseguir observar, orientar, decidir e agir atempadamente, será facilmente neutralizada. Para isso é essencial a integração de sistemas que possibilitem a observação em 360° por parte da tripulação, mesmo para além da linha de vista (Antal, 2022, pp. 13-49; Burgess & Gaidow, 2015, p. 10).

3.1.4 Automatização

Os sistemas autónomos desempenharão um papel diferenciador pois terão a capacidade de executar tarefas extremamente perigosas para os seres humanos, como a remoção de minas ou Engenhos Explosivos Improvisados (IED), reduzindo significativamente os riscos para as forças terrestres (Muspratt, 2019, pp. 10, 94–98).

A integração de *Unmanned Ground Vehicle* (UGV) nas unidades reforçará a sobrevivência e mobilidade das forças blindadas. O emprego de unidades mistas, compostas por viaturas autónomas e veículos tripuladas, permitirá alcançar um nível de compreensão situacional sem precedentes, ao combinar o fator humano com sensores e sistemas autónomos capazes de operar de forma contínua e em tempo real (Muspratt, 2019, p. 10). Neste contexto, ganha particular relevância o conceito *Manned Unmanned Teaming* (MUM-T), que designa a cooperação operacional entre plataformas tripuladas e não tripuladas, potenciando a complementaridade entre humanos e máquinas e garantindo uma atuação mais eficaz e adaptável no EB. Devido às especificidades do ambiente terrestre, marcado por desafios de mobilidade e coordenação, estes sistemas deverão incorporar IA e *interfaces* de comando de voz, facilitando a sua integração e controlo humano (Bundesweher, 2019, pp. 8-11; Rash, 2024, p. 7).

Esta abordagem permitirá maior versatilidade e flexibilidade no EB, garantindo que as unidades militares possam atuar com maior eficácia, contribuir para a letalidade e reduzir a sua exposição direta ao combate (Muspratt, 2019, p. 12).

3.1.5 Conetividade

A conetividade é essencial para a integração de todos os sistemas presentes no EB e garantir o fluxo informacional em tempo real. Viaturas modernas devem dispor de uma arquitetura eletrónica avançada que possibilite esta integração total (Muspratt, 2019, p. 13; Gruszczak & Kaempf, 2024, p. 233).

A combinação entre a robotização e a conetividade será um fator diferenciador na redução da incerteza no EB do futuro. Formações mistas equipadas com redes avançadas de comunicações beneficiarão de uma perceção mais clara do ambiente operacional,



possibilitando a detecção precoce de ameaças e uma reação mais rápida, aumentando a eficácia tática face à atualidade (Gruszczak & Kaempff, 2024, p. 233; Watling, 2024, pp. 35–37).

A conectividade é um elemento crítico na edificação de viaturas, pois sem uma rede robusta, as unidades perdem a eficácia no EB. As guerras atuais e futuras exigem interconexão entre sensores, armas e unidades tornando o *networking* um fator determinante para maximizar o potencial de combate.

3.1.6 Adaptabilidade

A modularidade contribui para o desenvolvimento das viaturas blindadas do futuro, permitindo a adaptação rápida do chassis a diferentes missões, desde o combate de alta intensidade a operações de baixa intensidade. Esta característica aumenta a flexibilidade de uma força e prolonga a longevidade de uma plataforma devido a facilitar a sua adaptação e evolução face às necessidades operacionais (Muspratt, 2019, p. 15; Kuprinenko, Chorny, Mocherad, & Ghahrodi, 2020).

A adaptabilidade concretiza-se antes do combate, através da adequação do sistema ao cenário operacional. Durante as operações, é a agilidade que assume maior relevância, materializado na capacidade do sistema se ajustar rapidamente às mudanças e exigências do EB. Esta agilidade resulta da integração entre os diversos sistemas e características da viatura, permitindo-lhe reagir e adaptar-se de forma eficaz (J.S.J. Pryce, *op. cit.*).

3.1.7 Outras considerações na edificação de viaturas

Na edificação de viaturas, a sustentabilidade (vide apêndice A) assume uma importância central, garantindo a sua longevidade operacional com mínima necessidade de manutenção ou reabastecimento. Esta abrange três dimensões técnicas - a fiabilidade, a disponibilidade e a facilidade de manutenção - que são medidas por indicadores como o tempo médio entre falhas, o tempo médio de reparação e a disponibilidade operacional. Envolve ainda a autonomia logística, determinada pelo consumo de combustível, munições e sobressalentes, cujo a escassez pode comprometer a operação da plataforma. O fator humano também é determinante, pois o desempenho da tripulação depende da ergonomia e da facilidade de operação dos sistemas. Importa referir que a sustentabilidade se encontra interligada com a mobilidade, a proteção e a letalidade. Por exemplo, o aumento da blindagem irá aumentar o consumo de combustível e provocar maior necessidade de manutenção. Assim, a edificação de viaturas exige uma abordagem sistémica e equilibrada, onde a sustentabilidade é essencial para garantir a resiliência em EB complexos e dinâmicos (Dodge & McKelvey, 2013, pp. 15–36; Horton, 1996, pp. 64–67).



O segundo aspecto relevante, é a tendência na indústria para a construção de viaturas mais leves, graças à integração de tecnologias avançadas para melhoria da sobrevivência e da letalidade, superando as limitações dos atuais de pesos e dimensões. A edificação de plataformas versáteis requer um compromisso entre o desempenho operacional e a redução de peso, sem sacrificar os princípios do “hexágono de ferro”, sendo essa redução viabilizada pela incorporação de novos compósitos, blindagens reativas e soluções tecnológicas que permitem manter elevados níveis de proteção com menor massa estrutural (Fadel et al., 2024, pp. 386-391; Muspratt, 2019, p. 16).

3.2 Características e tecnologias a incorporar

Neste subcapítulo apresentamos as tecnologias e características a integrar nas viaturas blindadas para fazer face ao EB do futuro. Para proceder a uma avaliação apurada de que tecnologias incorporar, tivemos antes de identificar quais serão as ameaças que encontramos no EB contra viaturas blindadas. Podemos dividir a ameaças em dois grandes grupos: armas de fogo direto e armas de fogo indireto. As ameaças de fogo direto contemplam projeteis disparado de canhões, mísseis ou granadas foguetes, lançados do solo, viatura ou aeronaves. Compreendem munições *High Explosive Anti-Tank* (HEAT), *Rocket-Propelled Grenade* (RPG) ou mísseis ACar filo-guiados ou autoguiados. As ameaças de tiro indireto incluem munições de artilharia e morteiros, que exploram as vulnerabilidades da parte superior das viaturas. Estas incluem as munições convencionais ou inteligentes guiadas por sensores infravermelhos, ondas milimétricas ou com guiamento terminal. No EB atual surgiram novas ameaças aéreas, como *loitering ammunitions* (*Harop*, *Lancet* ou *Switchblade*), UAS de sacrifício (*Shahed-136* ou *Warmate*) e ainda UAS *first person view* (FPV) que têm causado enormes perdas de viaturas no conflito da Ucrânia. Por último, persiste a ameaça *bottom-up* com cargas explosivas como minas ACar convencionais acionadas por pressão ou sensores magnéticos e IED, ativados por pressão direta ou comando remoto (vide apêndice B) (Horton, 1996, p. 18; Cranny-Evans, 2023; Tarasov, 2025).

A ameaças contra uma viatura no EB podem surgir qualquer direção (em 360°), sendo os ângulos de ataque distintos conforme o tipo de sistemas de armas utilizado ou o ambiente operacional em que a viatura se encontra, seja em zona urbana ou campo aberto, perante forças convencionais ou irregulares. Na figura 8 apresenta-se os ângulos de ataque das ameaças num cenário de guerra convencional.

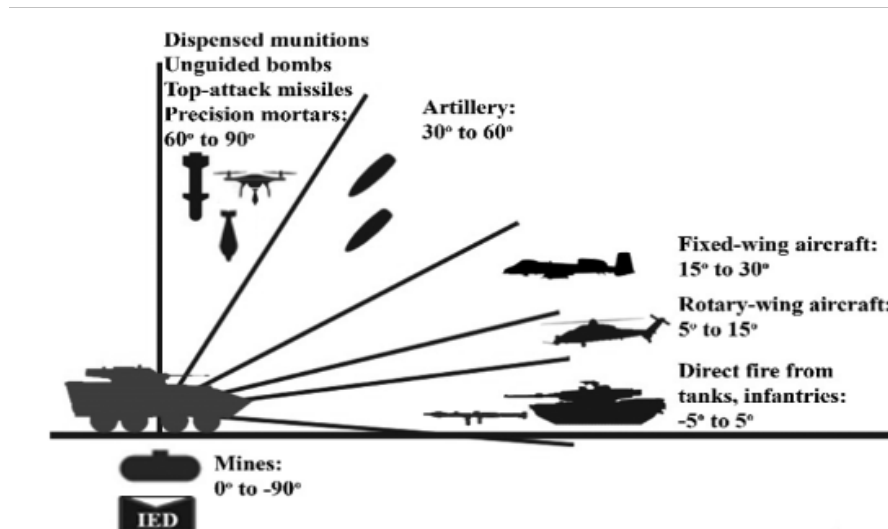


Figura 8- Ângulos de ataque das ameaças

Fonte: Adaptado a partir de Ögünç (2021).

Caracterizadas as possíveis ameaças, iremos apresentar que tecnologias devem ser incorporadas nas viaturas blindadas do futuro. No âmbito da sobrevivência, destaca-se a incorporação de UAS para antecipação de ameaças, permitindo observação para além da linha de vista, complementados por um radar passivo e um sensor acústico para detecção sem revelação da posição da viatura. Estas plataformas deverão ainda integrar camuflagem multiespectral adaptativa, reduzindo a assinatura térmica, infravermelha e visual, destaca-se os produtos da empresa Barracuda que oferece várias possibilidades dentro desta temática. Em resposta a ameaças de *top-attack*, são essenciais sistemas de *soft kill* para interferência eletrónica contra munições inteligentes, bem como capacidades C-UAS para neutralizar eficazmente ameaças provenientes de UAS. A blindagem ativa é outro elemento fundamental, protegendo a viatura através da interceção de projéteis e munições antes de atingirem a blindagem passiva. Contribuiu ainda para a redução do peso da viatura, dado que requer menor volume de proteção passiva. Já blindagem passiva modular permite ajustar o nível de proteção, mantendo a mobilidade.

No pilar da Mobilidade, é determinante integrar uma suspensão ativa e modular para melhorar o desempenho em terrenos acidentados, conferindo à viatura uma mobilidade tática melhorada. Este desempenho é otimizado pela redução do peso e do perfil, recorrendo à incorporação de novos materiais, à otimização estrutural e à utilização de blindagem ativa, que diminuiu a necessidade adicional na proteção convencional. Os motores híbridos proporcionam menor assinatura acústica, maior potência, aceleração melhorada e aproximações silenciosas ao objetivo, contribuindo assim simultaneamente para a proteção e mobilidade.



Em termos de Letalidade, a adoção de sistemas de armamento modular permite uma rápida adaptação às diferentes missões e facilita futuras atualizações tecnológicas. A plataforma deverá incorporar uma estação remota [*Remote Controlled Weapon Station* (RCWS)] de 30 mm ou 40 mm com mísseis ACar acoplados para aumento da capacidade contra blindados e possibilitar bater ameaças às médias distâncias. A utilização de RCWS aumenta a proteção da tripulação, pois possibilita o estabelecimento de uma célula com maior proteção focada na salvaguarda das vidas humanas. A combinação de um RCWS com um canhão, metralhadora ligeira e míssil ACar proporciona a adequação do armamento à ameaça. A robotização através de UGV e UAS armados integrados segundo o conceito MUM-T com viaturas tripuladas, permitirá enfrentar ameaças para além da linha de vista, constituir-se como multiplicador de força e cobrir uma maior área com um menor de exposição humana. A operação eficaz destes sistemas autónomos deverá basear-se em interfaces de comando de voz, garantindo uma coordenação intuitiva.

A Conectividade constitui um pilar crítico na conceção da plataforma VBR 8X8, permitindo que a viatura seja capaz de se conectar com todos os sistemas presentes no EB.

A viatura deverá atuar como um nó de comunicações tático, assegurando a interligação entre sensores, UGV/UAS e sistemas C4ISR⁷ e até mesmo ao soldado quando apeado da viatura, permitindo o fluxo contínuo de informação entre plataformas e unidades, resultando numa compreensão situacional significativamente melhorada. A tribulação deverá possuir um sistema interno capaz de proporcionar uma visão 360° que permita “ver através da blindagem” com deteção e classificação automática de ameaças, otimizando a seleção do armamento adequado a cada situação e acelerando o ciclo OODA. Deverá incorporar sensores avançados para deteção de designadores de laser, telêmetros, sensores acústicos e sistemas de guiamento de munições inteligentes.

A Adaptabilidade será assegurada através do uso de plataforma modulares que permitam a rápida adaptação do chassis para diversas funções (transporte, reconhecimento, combate ou apoio), facilitando também a atualização tecnológica e troca de componentes. A adoção de uma arquitetura aberta de *software* e *hardware* possibilitará atualizações simplificadas, reduzindo o tempo e custos associados à introdução de novas capacidades.

A Autonomia e IA destacam-se como elementos diferenciadores, complementando a conectividade através da integração eficaz de sistemas UAS e UGV contribuindo para reforço

⁷ Comando, Controlo, Comunicações, Computadores e Informações, Vigilância e Reconhecimento.



da letalidade e sobrevivência. A IA apoiará o condutor para um melhor desempenho na navegação e condução em terrenos difíceis, ajudando na mobilidade. Adicionalmente, facilitará a manutenção preventiva, reduzindo os tempos de inativação e assim contribuir para a sustentabilidade operacional da plataforma. Finalmente, possibilitará uma operação em rede entre a plataforma tripulada por humanos e os veículos não tribulados, reduzindo a exposição da tripulação, aumentando a dispersão das forças no EB e ampliando a área coberta por uma unidade (vide apêndice C).

3.3 Síntese conclusiva

A edificação de viaturas assente no paradigma tradicional, fundamentado no triângulo de ferro já não permite dar resposta às exigências e ameaças do EB do futuro, sendo necessária que a sua abordagem seja realizada tendo em conta o “hexágono de ferro”. Este novo modelo incorpora elementos adicionais de conectividade, adaptabilidade e automatização que se afiguram indispensáveis.

A viatura blindada do futuro deverá ser concebida como uma plataforma de combate inteligente, modular e resiliente, integrando de forma sinérgica as tecnologias selecionadas para responder aos desafios do EB do futuro. Num primeiro nível a mobilidade é crucial pelo que a incorporação de sistemas de suspensão ativa, motores híbridos e a utilização de novos materiais de construção permitirão a redução do peso sem comprometer a proteção em geral. Esta combinação possibilitará uma agilidade à plataforma para se adaptar a ambientes cada vez, mas complexos e urbanos, onde a mutação é constante.

Paralelamente, a letalidade é ampliada através da integração de armamentos modulares RCWS. A fusão de múltiplos sensores, térmicos, infravermelhos, radares e lasers possibilita uma deteção precoce e uma maior precisão às longas distâncias.

A sobrevivência é garantida por uma abordagem estratificada, assente no conceito da “cebola da sobrevivência”, com a integração de sistemas passivos e ativos, conjugados com medidas para redução da assinatura das viaturas (térmica, acústica ou infravermelha), permitindo mitigar ataques diretos e indiretos. É igualmente fundamental a incorporação de sistemas UAS, que assegurem a vigilância e deteção para além da linha de vista.

A automatização e IA assumirão um papel determinante, permitindo a incorporação de sistema autónomos que contribuirão para a letalidade e sobrevivência da plataforma, bem como a melhoria da capacidade de resposta.

A conectividade será o núcleo central da edificação de uma viatura, pois é esta que permite a integração de todas as tecnologias bem como a sua interligação com o sistema de combate em si.



Por fim, a adaptabilidade resulta da capacidade da viatura evoluir continuamente e de ser atualizada ao longo do tempo, com base numa arquitetura modular.

Este capítulo responde à QD1 que, alinhado com OE 1, permitiu elencar as tecnologias e características que potenciam a VBR 8X8 como um ativo crucial para a FTPG do EP.



4. A Modernização e viabilidade da VBR PANDUR II 8X8

Este capítulo destina-se a analisar a viabilidade da modernização da VBR *PANDUR II 8X8*. Foi realizada uma análise crítica à exequibilidade da adequação da plataforma às exigências do EB do futuro, avaliando o seu potencial e vulnerabilidades face ao desenvolvido no capítulo anterior. Na sequência desta análise desenvolveu-se um conjunto de LA como recomendação a adotar pelo EP, fundamentadas nas tendências futuras e nos requisitos da FTPG que possibilitarão obter uma FTF com elevada versatilidade.

4.1 A VBR PANDUR 8X8

A VBR *PANDUR II 8X8* entrou ao serviço do EP em 2009, existindo um total de nove versões da viatura para cumprir as diferentes tarefas e missões como força média inerentes à Brigada de Intervenção, unidade equipada maioritariamente com esta plataforma (Exército Português, 2025).

Na sua versão base ICV a viatura está equipada com uma Metralhadora Pesada (MP) *Browning M2 12,7mm*, permitindo o transporte de dez militares incluindo o condutor apontador de MP, com um peso total de 18.000 kg e com uma autonomia que poderá chegar aos 600 km. Na versão IFV a viatura dispõe de uma torre tripulada equipada com um canhão de 30 mm, com um total de 22.200 kg, mantendo as restantes características semelhantes das ICV. Tendo como referência o “hexágono de ferro”, no quadro 1 categoriza-se as características gerais das viaturas VBR *PANDUR II 8X8* por pilares.

Quadro 1 – Características gerais da VBR *PANDUR II 8X8*

Pilar	IFV	ICV	Referências
Mobilidade	<ul style="list-style-type: none"> – Quatro eixos. – Tração às oito rodas com <i>Automatic Drive Train Management</i>. – Pneus equipados com <i>runflat</i>. – Suspensão independente. – Visão noturna para o condutor. 	– Idem.	
Letalidade	<ul style="list-style-type: none"> – Canhão 30 mm <i>Mauser MK 30-2</i> estabilizado (Alimentação automática). – Metralhadora coaxial <i>FN MAG 58M</i> – Metralhadora externa <i>FN MAG 58M</i> – Sistema de pontaria com Câmara, Telémetro laser e câmara térmica. 	– MP <i>Browning M2 12,7mm</i> operada manualmente.	(GD European Land Systems-Steyr GmbH, 2011)
Conectividade	<ul style="list-style-type: none"> – Rede assente no Rádio <i>TR 525</i> para interligação com o exterior da viatura – Sistema de Intercomunicador para a guarnição. – Tablet com <i>Battlefield Management System (BMS)</i>. 	– Idem.	(GD European Land Systems-Steyr GmbH, 2016) (GD European Land Systems-Steyr GmbH, 2017)



Sobrevivência	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de Detecção de Ameaça (TDS). - Oito Lança granadas de fumo 76 mm (acionado automaticamente pelo TDS ou manualmente). - Sistema de Identificação Térmica (TIB). - Sistema de proteção Nuclear, Biológico Químico e Radiológico (NBQR). - Blindagem sem placas <i>Add-on</i> (STANAG 4569): Casco nível 1⁸ e proteção 2a⁹ contra minas até 6 kg. - Blindagem com placas <i>Add-on</i> (STANAG 4569): Casco nível 3¹⁰ e proteção 2a contra minas até 6 kg. - Guarnição opera todos os sistemas de armas a partir do interior da viatura à exceção da Metralhadora externa. 	- Idem.	(GD European Land Systems-Steyr GmbH, 2018)
Adaptabilidade	-----	-----	
Automatização e IA	-----	-----	

À luz das necessidades do EB do futuro, a viatura VBR *PANDUR II 8X8* revela limitações estruturais e tecnológicas que comprometem a sua eficácia. A ausência de tecnologias de proteção caracterizadas na “cebola da sobrevivência” e no “hexágono de ferro”, retratados no capítulo anterior, colocam a viatura numa desvantagem face as ameaças presentes no EB moderno, como UAS de ataque, munições inteligentes ou fogos de precisão de longo alcance. Existem ainda limitações ao nível da proteção balística, sendo evidente a necessidade de modernização tendo em conta as tecnologias e características a integrar nas viaturas blindadas para fazer face ao EB do futuro.

A análise de probabilidade de sobrevivência realizada ao sistema de armas VBR *PANDUR II 8X8* (vide apêndice H), tendo como exemplo as ameaças presentes no atual EB da Ucrânia, revelaram que na sua configuração atual a VBR *PANDUR II 8X8* apresenta uma probabilidade de sobrevivência de 42% o que implica um risco agregado de 58% de

⁸ **Proteção balística nível 1:** Espingardas de assalto, distância de 30 m, munições (7,62x51 mm NATO ball, 5,56x45 mm NATO SS109, 5,56x45 mm NATO M193). Artilharia de 155 mm, raio de dispersão de 100 m, ângulo – azimute 360° e elevação de 0° a 18°.

⁹ **Proteção contra minas nível 2a:** Explosão de mina, ativada por pressão sob qualquer roda, equivalente a uma carga explosiva de 6 kg (mina antitanque).

¹⁰ **Proteção balística nível 3:** Espingardas de assalto, distância de 30 m, munições perfurantes com núcleo de aço (7,62x39 mm API BZ e 7,62x51 mm AP P80), espingardas de assalto e de precisão, distância de 30 m, ângulo-azimute 360°, elevação de 0° a 30°, munição perfurante com núcleo de carboneto de tungsténio (7,62x51 mm e 7,65x54 mm RB3).

probabilidade de a viatura ser atingida, danificada ou destruída pelas ameaças listadas. As ameaças consideradas foram os ataques por meios ACar, como mísseis guiados ou RPG-7, ataques de artilharia, UAS de sacrifício e Minas/ IED.

Cruzando a probabilidade de encontro com a suscetibilidade da VBR *PANDUR II 8X8*, apresenta-se a matriz integrada do risco de vulnerabilidade, relativa ao espectro da ameaça analisada.

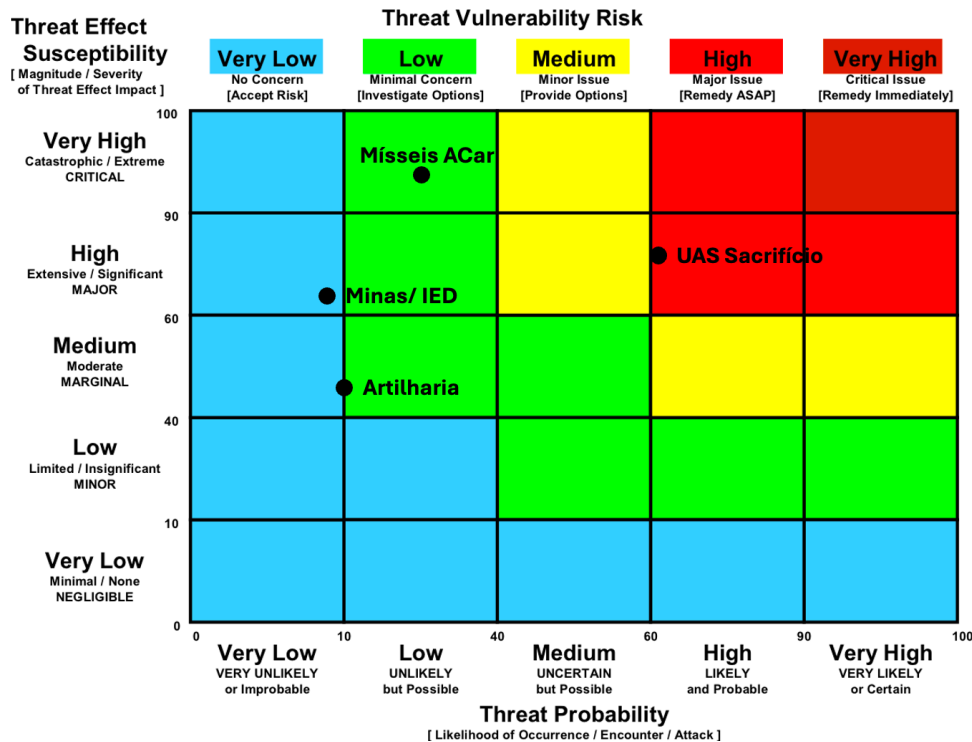


Figura 9- Matriz integrada do risco de vulnerabilidade da VBR *PANDUR II 8X8*

Fonte: Adaptado a partir de Guzie (2004).

A VBR *PANDUR II 8X8* está ao serviço do EP há 16 anos, encontrando-se a meio do seu ciclo de vida útil sem ter sido submetida a qualquer programa de resolução de obsolescências ou de modernização. Ao anterior, acresce o facto da baixa disseminação internacional da plataforma VBR *PANDUR II 8X8*¹¹ o que impõe limitações à sua evolução (F.J.T.T. Monteiro, entrevista presencial, 13 de março de 2025).

O conceito de FTPG está integrado na edificação de capacidades do EP através da atual LPM (2023 até 2034) que define o investimento no desenvolvimento de capacidades de curto, medio e longo prazo. A VBR *PANDUR II 8X8* é considerada pelo EME como a plataforma principal para o cumprimento dos compromissos nacionais e internacionais e a plataforma estruturante para a FTPG, estando vertido na LPM investimento para a sua modernização. Com a modernização pretende-se realizar um *Midlife Overhaul* (MLOH) para

¹¹ Presente apenas em países como Portugal, República Checa e Filipinas (Deagel, 2024).



resolver os problemas de obsolescências de alguns equipamentos e componentes da plataforma. Para além do MLOH pretende-se sincronizar esta intervenção com a realização de um *Midlife Upgrade* (MLU), em termos de letalidade, proteção e mobilidade. Importa referir que os Bi-SC e CC&CS da NATO 2020 sofreram alterações no que diz respeito à letalidade, tendo o EP considerado a necessidade de realizar um *upgrade* em termos de letalidade (Narciso, 2023, pp. 16-17; F.J.T.T. Monteiro, *op. cit.*).

O EP tem previsto a melhoria das versões ICV com a colocação de uma RCWS equipada com uma MP *Browning M2* de 12,7 mm permitindo a sua operação do interior da viatura, evitando a exposição do operador. Ao nível da proteção, pretende-se evoluir para o Nível 4 (proteção contra MP 14,5 mm com munição *armour piercing*) previsto no STANAG 4569 contra projéteis cinéticos, através da aquisição de um novo pacote de placas *add-on*. No que respeita à mobilidade, está identificada a necessidade de proceder a modificações nos sistemas de travagem e, em termos de conectividade, prevê-se a melhoria do sistema de comando, controlo, comunicações, computadores e informações (C4I) para permitir um melhoramento em termos de integração e conectividade. Os mesmos trabalhos estão previstos para as IFV, no âmbito da realização dos programas MLOH e MLU (F.J.T.T. Monteiro, *op. cit.*; J. Bauer, *op. cit.*).

A modernização da VBR *PANDUR II 8X8* terá sempre como limitação o peso total que a viatura poderá suportar, com base na sua edificação original. Nas versões do EP, a viatura com um maior peso total é a IFV, com um peso bruto de 23000 kg pronta para combate, sendo este considerando o peso máximo que a plataforma pode sustentar sem provocar desgaste acelerado nos componentes e afetar a mobilidade (J. Bauer, *op. cit.*).

4.2 Potencialidades e vulnerabilidades

Atendendo à relevância da plataforma VBR *PANDUR II 8X8* como plataforma estruturante da FTPG do EP, a presente investigação pretende analisar de forma crítica o seu potencial evolutivo face às exigências do EB do futuro. Neste enquadramento, pretende-se tendo por base as características operacionais da viatura, avaliar os seus pontos fortes e limitações atuais, bem como os fatores externos que condicionam ou potencializam a sua modernização. Para esse efeito optou-se por aplicar uma análise das potencialidades, vulnerabilidades, oportunidades e ameaças (SWOT¹²), incorporando fatores internos, e

¹²“Ferramenta analítica de apoio ao exame minucioso e à reflexão estratégica que permite, através da comparação entre o meio próprio e o meio envolvente, aferir o seu grau de alinhamento em relação a este e, simultaneamente, evidenciar as causas de eventuais desajustamentos e propor quatro formas inovadoras de ação estratégica” (A. Ribeiro & Pinto, 2022, p. 18).



externos anteriormente desenvolvidos. Assim, apresenta-se no quadro 2 a análise SWOT à VBR *PANDUR II 8X8*, a qual constitui a base para a formulação das LA e recomendações no subcapítulo seguinte (vide apêndice I).

Quadro 2 – Potencialidades, Vulnerabilidades, Oportunidades e Ameaças

Ambiente Interno	
Potencialidades (S)	<p>S1 – Plataforma já implementada no EP, com um número significativo de unidades no EP que permite redução de custo na modernização, beneficiando da experiência consolidada em teatros de operações</p> <p>S2 – Viatura estruturante da FTPG</p> <p>S3 – Versatilidade da família de viaturas (nove versões em operação no EP)</p> <p>S4 – Boas capacidades de transporte e mobilidade operacional e tática</p> <p>S5 – Valorização tecnológica através de modernização</p>
Vulnerabilidades (W)	<p>W1 – Ausência de programas de modernização desde a sua aquisição (obsolescências)</p> <p>W2 – Desatualizada tecnologicamente face às ameaças contemporâneas (proteção, letalidade, sensores, sistemas C-UAS).</p> <p>W3 – Proteção e sobrevivência limitada face as ameaças presentes no EB atual e futuro</p> <p>W4 – Letalidade reduzida nas versões ICV e IFV (sem capacidade ACar)</p> <p>W5 – Arquitetura eletrónica e de comunicações limitada para integração de novos sistemas</p> <p>W6 – Sustentação logística dependente de fornecedores externos, com cadeia de fornecimento pouco robusta</p> <p>W7 – Reduzida Modularidade</p>
Ambiente Externo	
Oportunidades (O)	<p>O1 – Enquadramento financeiro previsto na LPM até 2034 para modernização de forças terrestres</p> <p>O2 – Disponibilidade crescente de tecnologias modulares (sistemas RCWS, sensores, IA, blindagens ativas)</p> <p>O3 – Compromissos Internacionais com projeção de VBR <i>PANDUR II 8X8</i>, aumento da importância das VBR 8X8 em termos nacionais</p> <p>O4 – Versatilidade das VBR <i>PANDUR II 8X8</i> para atuar em vários cenários operacionais</p> <p>O5 – Potencial para o desenvolvimento industrial nacional no apoio à manutenção e modernização da plataforma.</p>
Ameaças (T)	<p>T1 – Rápido avanço tecnológico torna soluções atuais, que rapidamente se tornam obsoletas.</p> <p>T2 – Restrições orçamentais podem limitar o alcance do programa de modernização.</p> <p>T3 – Novas ameaças (UAS armados, munições <i>top-attack</i>, sistemas C-UAS) exigem capacidades ainda inexistentes na plataforma.</p> <p>T4 – EB do futuro exige elevada adaptabilidade.</p> <p>T5 – Inviabilidade de modernização da Plataforma para ir ao encontro das necessidades do EB do futuro</p>

4.3 Linhas de ação

A análise realizada no subcapítulo anterior com a matriz SWOT possibilitou a identificação de um conjunto de LA. Essas LA serão apresentadas e desenvolvidas neste capítulo segundo dois horizontes temporais, até 2034, correspondente ao período de vigência da atual LPM e outro, e o período pós 2034 até 2050, limite temporal da investigação. Esta



divisão permite uma abordagem faseada e realista, ajustada à realidade nacional e aos ciclos de investimento da LPM. As LA identificadas foram as seguintes:

- LA.01 Modernização da plataforma VBR *PANDUR II 8X8*;
- LA.02 Consolidar a VBR *PANDUR II 8X8* como vetor de interoperabilidade e projeção internacional;
- LA.03 Proceder ao MLOH e MLU para corrigir fragilidades técnicas e tecnológicas da VBR *PANDUR II 8X8*;
- LA.04 Reforçar a autonomia logística da VBR *PANDUR II 8X8* potencializando indústria nacional;
- LA.05 Usar a robustez da frota atual para mitigar riscos orçamentais e concorrência;
- LA.06 Usar a plataforma existente para acelerar o ciclo de adaptação tecnológica;
- LA.07 Modernização dirigida a áreas tecnologias consolidadas;
- LA.08 Integrar sistemas defensivos ativos para colmatar lacunas de sobrevivência;
- LA.09 Aquisição de nova Plataforma VBR 8X8 que vá ao encontro das necessidades do EB do futuro.

4.3.1 Linhas de ação a desenvolver até 2034

4.3.1.1 LA.01 Modernização da plataforma VBR *PANDUR II 8X8*

Tirar partido da LPM de 2023-2034 para reforçar as capacidades da viatura e da frota existente, mediante uma modernização faseada nas variantes ICV e IFV, especialmente na sobrevivência, letalidade, C2 e integração de sensores modernos e capazes. Esta abordagem permitirá prolongar o ciclo de vida útil da plataforma até cerca de 2045 e adequá-la às exigências atuais e reforçar assim interoperabilidade com a NATO.

Em simultâneo, garantir que o processo de modernização serve como plataforma de desenvolvimento do tecido industrial nacional, envolvendo empresas e centros de investigação e desenvolvimento em áreas específicas por forma a aumentar a autonomia estratégica e mitigar a dependência de fornecedores externos.

4.3.1.2 LA.02 Consolidar a VBR *PANDUR II 8X8* como vetor de interoperabilidade e projeção internacional

A VBR *PANDUR II 8X8* constitui-se como um dos principais meios terrestres utilizados nos compromissos internacionais por Portugal, conforme demonstrado na sua utilização nas atuais Forças Nacionais Destacadas na Eslováquia, Roménia e República Centro Africana. Neste sentido, importa consolidar o seu papel como viatura com capacidade para ser projetada para fora de Portugal. Valorizar esta capacidade para reforçar a



legitimação na atribuição de mais recursos para o investimento na sua modernização ou substituição.

4.3.1.3 LA.03 Proceder ao MLOH e MLU para corrigir fragilidades técnicas e tecnologias da VBR *PANDUR II 8X8*

Definir e executar um plano de MLU que abranja a Sobrevivência com o aumento da proteção balística para Nível 4 do STANAG 4569, letalidade com a colocação de RCWS para a MP *Browning M2* 12,7 mm com sistema lança mísseis ACar e nas IFV substituir as torres tripuladas por RCWS de 30 mm, não tripuladas com lança mísseis ACar, possibilitando o incremento da letalidade, mas também permitir o transporte de uma secção no compartimento de carga. Nos sistemas elétricos e de comunicações proceder à sua substituição por um sistema de C4I capaz de responder às exigências do fluxo de dados no EB atual, que seja edificado em arquitetura aberta e possibilite a sua atualização regular. Em termos de sensores equipar as viaturas com um sistema de *situational awareness* em 360°.

Articular o MLU com o MLOH de todos os sistemas para remover todas as obsolescências que a viatura apresenta e assim melhorar a fiabilidade.

4.3.1.4 LA.04 Reforçar a autonomia logística da VBR *PANDUR II 8X8* potencializando indústria nacional

Promover a criação de uma capacidade industrial nacional no apoio à manutenção e atualização da VBR *PANDUR II 8X8*, reduzindo a dependência de fornecedores externos e consolidando uma cadeia de manutenção robusta.

4.3.1.5 LA.05 Usar a robustez da frota atual para mitigar riscos orçamentais

Utilizar a posição consolidada da frota existente como um fator de racionalização de custos, reduzindo os encargos orçamentais associados à aquisição de novas viaturas no curto prazo. Posicionar a VBR *PANDUR II 8X8* como uma solução transitória e economicamente viável, com capacidades melhoradas que permitem ir ao encontro das necessidades da FTPG, enquanto se planeia a sua substituição após 2045.

4.3.1.6 LA.06 Usar a plataforma existente para acelerar o ciclo de adaptação tecnológica

Usar a plataforma já estabelecida para integrar novas tecnologias emergentes ou disruptivas, servindo como base para ensaios e validação dessas tecnologias. Criar mecanismos de aquisição e parcerias com empresas e academia que permitam testar e adaptar tecnologias antes da sua implantação generalizada em viaturas blindadas nacionais.



4.3.1.7 LA.07 Modernização dirigida a áreas tecnologias consolidadas

Focar os investimentos de modernização em tecnologias com maturidade comprovada em combate, evitando os riscos inerentes à adoção precoce de tecnologias não maturadas. Estabelecer prioridades no curto prazo para a modernização que respondam às ameaças identificadas nos conflitos mais recentes e rentabilizar a dotação da LPM.

4.3.1.8 LA.08 Integrar sistemas defensivos ativos para colmatar lacunas de sobrevivência

Tendo por base a “cebola da sobrevivência”, incorporar sistemas de proteção ativa como o sistema *Thophy* ou *Iron Fist*¹³ que possibilitem uma proteção de 360° que aumentam a capacidade de sobrevivência face a ameaças como UAS ou munições de *top-attack*. Implementar sensores e sistemas de alerta, atuais que permitam a detecção de ameaças às longas distâncias, como UAS de vigilância lançados a partir da viatura, bem como sistemas de camuflagem para redução de assinatura térmica e infravermelha como o sistema *Mobile Camouflage System* da empresa Barracuda.¹⁴

4.3.2 Linhas de ação a desenvolver após 2034

4.3.2.1 LA.09 Aquisição de nova plataforma VBR 8X8 que vá ao encontro das necessidades do EB do futuro.

Iniciar em 2034 o processo para aquisição de uma nova viatura VBR 8X8 com o objetivo de substituir a VBR *PANDUR II 8X8*. Esta aquisição deverá ter por base os pilares de edificação do “hexágono de ferro” e da “cebola da sobrevivência” estudados anteriormente (vide apêndice C). É fundamental que a nova viatura possibilite enfrentar os desafios antevistos para o EB do futuro e desenvolver um caderno de encargos tendo por base as necessidades de mobilidade, letalidade, conectividade, adaptabilidade, automatização e sobrevivência criados pelos disruptores que moldam a forma de conduzir a guerra.

Além disso deverá ser considerado um modelo misto de coexistência entre plataformas. A nova VBR 8X8 deverá ser atribuída a unidades e Forças Nacionais Destacadas com maior exigência em termos de sobrevivência, mobilidade e poder de fogos e as viaturas VBR *PANDUR II 8X8*, após modernização nos restantes pilares, principalmente conectividade, serem remetidas para funções operacionais menos exigentes como postos de

¹³ *Trophy e Iron Fist* são exemplos de Sistemas de Proteção Ativa que combinam detecção e neutralização física de ameaças ACar em tempo real usando uma carga explosiva enviada na direção da ameaça.

¹⁴ É um sistema de camuflagem avançado concebido para veículos militares, que reduz a detecção visual, térmica e radar dos veículos tanto em movimento como parado. O sistema integra materiais adaptativos e padrões disruptivos para confundir sensores óticos, infravermelhos e de radar.



comando ou apoio de serviços.

4.4 Síntese conclusiva

A modernização da VBR *PANDUR II 8X8* é um aspecto fundamental para manter a relevância desta plataforma no EB atual e do futuro, tal como evidenciado ao longo do presente capítulo. A versatilidade da VBR *PANDUR II 8X8* constitui-se uma mais-valia para o EP no cumprimento dos seus compromissos nacionais e internacionais. Não obstante, a análise SWOT permitiu identificar vulnerabilidades, nomeadamente ao nível da mobilidade, sobrevivência, letalidade e conectividade. Em resposta à QD 2, a VBR *PANDUR II 8X8* demonstra potencialidades que viabilizam a sua modernização, proporcionando prolongar o seu ciclo de vida e permitir ao EP trabalhar em uma solução com o horizonte temporal de 2050 e alinhada com o EB do futuro. Contudo, apresenta vulnerabilidades significativas, como a obsolescência de sistemas, fragilidades ao nível da sobrevivência, letalidade reduzida, conectividade limitada e desfasamento tecnológico face as novas ameaças.

Por conseguinte, em resposta à QC definiram-se LA até 2034 que visam a implementação de MLOH e MLU, sendo que estas intervenções devem incluir a atualização de sistemas relacionados com a letalidade, através da implantação de RCWS e mísseis ACar, do melhoramento da sobrevivência, com o incremento da proteção balística para o nível 4 do STANAG 4569, e adoção de sistemas defensivos ativos que promovam um melhoramento da sobrevivência face a novas ameaças, como UAS armados e munições *top-attack*. Ao mesmo tempo, a melhoria da conectividade é aconselhável mediante a implementação de um sistema C4I avançado e que permita a integração de sensores de *situational awareness* 360°, que assegurem a evolução para uma plataforma ágil, interoperável e adaptada aos requisitos operacionais da FTPG. O envolvimento da base industrial nacional é fundamental para o fortalecimento da autonomia logística e redução da dependência externa, contribuindo para a sustentação da plataforma a longo termo.

Para além de 2034, propõe-se o desenvolvimento de um programa de aquisição de uma nova VBR 8X8, concebida com base no “hexágono de ferro” e da “cebola da sobrevivência” apta a responder às exigências do EB do futuro (vide apêndice C). Esta abordagem faseada, sustentada numa estratégia de transição equilibrada, assente na modernização progressiva e na evolução tecnológica, permitirá assegurar a relevância operacional da VBR 8X8 como vetor estruturante e contribuir dos requisitos da FTPG.



5. Conclusão

A presente investigação concentrou-se na análise da plataforma VBR 8X8, identificada como um ativo crítico para a FTPG, tendo como foco qual a evolução que a plataforma deverá seguir por forma poder responder às exigências de um EB do futuro, cada vez mais VUCA. Foram elencadas as tecnologias e características que a próxima geração que as viaturas blindadas deverão possuir, tendo como ponto de partida as ameaças emergentes e disruptivas, como os UAS de sacrifício ou munições *top-attack*, que exigem soluções inovadoras e adaptáveis para assegurar a relevância e superioridade das forças terrestres no EB do futuro. O estudo propôs a utilização de modelos conceituais contemporâneos, como o “hexágono de ferro” e a “cebola da sobrevivência”, para fundamentar a aplicação de novas tecnologias e a reestruturação dos paradigmas clássicos de edificação de viaturas, tradicionalmente baseados no “triângulo de ferro”.

A abordagem metodológica adotada neste trabalho foi qualitativa, fundamentada na análise exaustiva das tendências tecnológicas e características das viaturas blindadas, bem como uma análise profunda das publicações de especialistas sobre a guerra, o EB e as forças terrestres. O estudo foi complementado com a realização de entrevistas semiestruturadas a especialistas internacionais, militares do EP, de países aliados e da indústria de armamento, permitindo obter perspectivas práticas e críticas sobre temas evidenciados no trabalho, bem como as potencialidades e vulnerabilidades das plataformas atuais, nomeadamente a VBR *PANDUR II 8X8*. Os dados recolhidos foram analisados e foi desenvolvida uma matriz SWOT, para identificar os pontos fortes, as vulnerabilidades, as oportunidades e as ameaças à modernização da plataforma VBR *PANDUR II 8X8*. Da análise SWOT resultou a identificação de um conjunto de LA a serem consideradas na modernização da plataforma VBR *PANDUR II 8X8*. Estas LA estruturam-se em dois horizontes temporais, até 2034, alinhadas com o atual ciclo da LPM e após 2034, com vista à preparação para fazer face ao EB do futuro projetado para 2050 e alinhado com o próximo ciclo da LPM. O seu objetivo é otimizar o ciclo de vida da VBR *PANDUR II 8X8* assegurando a sua relevância operacional no curto e médio prazo e simultaneamente contribuir para a edificação da FTPG.

Os resultados obtidos revelam que a VBR *PANDUR II 8X8* possuiu uma versatilidade operacional importante para o EP, e para o conceito de FTPG que se pretende implementar. A análise evidenciou limitações significativas, sobretudo que respeita à sobrevivência, conectividade, letalidade, adaptabilidade, fatores que se tornam preponderantes num EB onde a rapidez, a precisão e a interligação são imprescindíveis. A modernização da VBR *PANDUR II 8X8*, em serviço há 16 anos e sem intervenções significativas para colmatar as



obsolescências tecnológicas, revela-se essencial para assegurar a sua eficiência e garantir que a plataforma se mantenha relevante e alinhada com as exigências do EB do futuro.

Os contributos para o conhecimento resultantes deste trabalho centram-se na proposta de uma abordagem integrada para a edificação de viaturas, que contemple um conjunto alargado de pilares, nomeadamente o “hexágono de ferro” e a “cebola da sobrevivência”, permitindo a identificação criteriosa e a seleção das tecnologias e características adequadas a integrar. O alinhamento entre as exigências da guerra do futuro, a caracterização do EB do futuro, a conceptualização da FTF, o desenvolvimento do conceito de edificação e a identificação das principais ameaças às viaturas blindadas, possibilitou a formulação de critérios objetivos para a seleção e integração das tecnologias e características essenciais nas viaturas blindadas de próxima geração.

Os passos metodológicos adotados, em conjugação com os contributos dos entrevistados, permitiram o desenvolvimento do quarto capítulo, no qual se procedeu à identificação das vulnerabilidades e potencialidades da VBR *PANDUR II 8X8* no contexto da sua possível modernização. A análise realizada fundamentou a proposta de um conjunto de LA destinadas ao EP, orientadas para a maximização do seu potencial e para a mitigação das suas vulnerabilidades, enquanto equipamento estruturante da FTPG.

Apesar das conhecidas, restrições orçamentais, que de forma transversal condicionam a atuação de qualquer organização, incluindo o EP, o presente estudo foi concebido com base numa perspetiva orientada para o cenário ideal. Por conseguinte, a definição das características e tecnologias a considerar não teve como premissa as limitações financeiras atuais, permitindo uma abordagem livre e prospetiva. As limitações orçamentais foram tidas em conta na análise SWOT em que se constituíram como uma ameaça refletindo-se no desenvolvimento das LA propostas.

Todavia, não foi possível ter acesso a toda a documentação referente aos estudos em curso que se compreendem como relevantes para o aprofundamento deste trabalho bem como não foi possível obter em tempo resposta de todos os identificados como entrevistados de interesse, nacionais e internacionais, que, de alguma forma, permitiriam robustecer o conteúdo do trabalho.

Recomenda-se como estudos futuros, analisar o impacto e alterações necessárias nos vetores de desenvolvimentos de capacidades militares, doutrina, organização e infraestruturas que a modernização da VBR *PANDUR II 8X8*, ou a sua eventual substituição após 2034, para adequar e acomodar esta evolução. Ressalva-se a necessidade de adequar a doutrina e a organização, por forma a responder às exigências do EB do futuro, que exige



maior dispersão e capacidade de concentração em momentos-chave, bem como uma FTF com versatilidade para se adaptar a novas situações.

Num mundo em permanente mudança, marcado por ameaças cada vez mais complexas e imprevisíveis, a relevância dos Exércitos reside na sua capacidade de adaptação, inovação e antecipação. A manutenção da iniciativa no EB do futuro cada vez mais transparente e dinâmico exige não apenas uma evolução doutrinária, mas também a incorporação sistemática de tecnologias emergentes e disruptivas, capazes de conferir superioridade operacional e assegurar a sobrevivência em ambientes altamente contestados. Como referiu Charles Darwin, “não é a espécie mais forte que sobrevive, nem a mais inteligente, mas sim aquela que melhor se adapta à mudança”.



6. Referências bibliográficas

- Abreu, P. N. (2024). A Guerra Rússia-Ucrânia e os desafios para a Força Terrestre de Próxima Geração. *Revista Militar*, (2669/2670), 565–572.
- Ajrawi, S., & Tran, B. (2024). Mobile wireless ad-hoc network routing protocols comparison for real-time military application. *Spatial Information Research*, 32(1), 119–129. doi: 10.1007/s41324-023-00535-z
- Antal, J. (2017). Rethinking the Tank: Upgrading Tank Philosophy. *Military Technology*, 1–9.
- Antal, J. (2022). *7 Seconds to Die*. Havertown: Casemate Publishers.
- Antal, J. (2023). *Next war: Reimagining how we fight*. Havertown: Casemate Publishers.
- ARG. (2023, 22 de agosto). MOWAG Piranha V Armored Personnel Carrier [Página Online]. Retirado de https://www.militarytoday.com/apc/mowag_piranha_v.htm
- Army Technology. (2023, 20 de junho). Eitan Armoured Personnel Carrier, Israel [Página Online]. Retirado de <https://www.army-technology.com/projects/eitan-armoured-personnel-carrier-israel/>
- Balos, S., Grabulov, V., & Sidjanin, L. (2024). Future Armoured Troop Carrying Vehicles. *Defence Science Journal*, 60(5), 483–490. doi: 10.14429/dsj.60.550
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4th ed). Oxford: Oxford University Press.
- Bundesweher. (2019). *Artificial Intelligence in Land Forces*. German Army.
- Burgess, M., & Gaidow, S. (2015). *Survivability for Deployable Protected Land Vehicles: Concepts, Models and Applications*. 18(2).
- Cazalet, M. (2024, 6 de fevereiro). Awaiting the lithium dawn [Página Online]. Retirado de <https://euro-sd.com/2024/02/articles/36358/awaiting-the-lithium-dawn/>
- Clavilier, Y., & Gjerstad, M. (2025, fevereiro). Combat losses and manpower challenges underscore the importance of ‘mass’ in Ukraine [Página Online]. Retirado de <https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2025/02/combat-losses-and-manpower-challenges-underscore-the-importance-of-mass-in-ukraine/>
- Costa, M. (2020). *Glossário de Termos Militares*. Instituto Universitário Militar. Lisboa.



- Cranny-Evans, S. (2023, 24 de janeiro). Lessons from Ukraine: Armoured Fighting Vehicles [Página Online]. Retirado de <https://euro-sd.com/2023/01/articles/29152/lessons-from-ukraine-armoured-fighting-vehicles/>
- Cranny-Evans, S. (2024, 7 de fevereiro). How effective is modern vehicle armour against contemporary battlefield threats? [Página Online]. Retirado de <https://euro-sd.com/2024/02/articles/36407/how-effective-is-modern-vehicle-armour-against-contemporary-battlefield-threats/>
- Deagel. (2024, 10 de maio). Pandur II [Página Online]. Retirado de <https://www.deagel.com/Armies/Pandur II/a000731>
- Dean, S. E. (2023, 25 de outubro). Stryker SitRep: Enhancing Lethality and Versatility in the Medium Armoured Formation [Página Online]. Retirado de <https://euro-sd.com/2023/10/articles/34761/stryker-sitrep-enhancing-lethality-and-versatility-in-the-medium-armoured-formation/>
- Defense IQ. (2024). Armoured Vehicles Global Market Report 2024-2028. Defense IQ.
- Defense express. (2023, 5 de setembro). Shocking Data on the Number of russian Tanks that Were Destroyed by Drones Were Published in Ukraine [Página Online]. Retirado de https://en.defence-ua.com/analysis/shocking_data_on_the_number_of_russian_tanks_that_were_destroyed_by_drones_were_published_in_ukraine-7844.html
- Dodge, M. N., & McKelvey, R. F. (2013). *Why the Survivability Onion Should Include Reliability, Availability and Maintainability (RAM)*. Naval Postgraduate School. (Monterey).
- Exército Português. (2013). *Publicação doutrinária do Exército 4-00 Logística*. Lisboa: Exército Português.
- Exército Português. (2025). Meios: Forças Médias [Página Online]. Retirado de <https://www.exercito.pt>
- Fadel, Kirschman, Gorsich, & Masoudi. (2024). Requirements Trade-Off Considerations in Design Evolution. *Cambridge University Press*, 383–394. doi: 10.1017/pds.2022.40
- Feickert, A. (2016). *The Army's M-1 Abrams, M-2/M-3 Bradley, and M-1126 Stryker*. Congressional Research Service. Washington.
- Feickert, A. (2019). *The Army's Optionally Manned Fighting Vehicle (OMFV)*



- Program: Background and Issues for Congress*. Congressional Research Service. Washington.
- Felstead, P. (2023, 10 de fevereiro). The Balance of Armour Begins to Shift in Ukraine [Página Online]. Retirado de <https://euro-sd.com/2023/02/articles/29595/the-balance-of-armour-begins-to-shift-in-ukraine/>
- Feltey, T., Ireland, J., Barley, M., & Russel, S. (2025). Distributed Combined Arms Rehearsals: Say Goodbye to Giant Terrain Models. *Military Review*, 1–9.
- Foss, C. F. (2022, 2 de fevereiro). Turret Options for 8×8 Armoured Vehicles [Página Online]. Retirado de <https://euro-sd.com/2022/02/articles/exclusive/25190/turret/>
- Fridbertsson, N. (2022). *Technological Innovation for Future Warfare* (p. 21). Brussels: NATO.
- Gat, A. (2023). The Future Land Battlefield and Armor. *Armor*, CXXXVV(1), 12–13.
- GD European Land Systems-Steyr GmbH. (2011). *Manual TM 20: ICV PANDUR 8X8 Terrestrial 12.7mm MG* (Vol. 1).
- GD European Land Systems-Steyr GmbH. (2016). *Manual TM 30: Repair Manual Level III PANDUR 8X8*.
- GD European Land Systems-Steyr GmbH. (2017). *Manual do Operador MT 10 : PANDUR 8X8 Torre SP30/A26 Para Viatura Tipo IIFV 30 mm Terrestre*.
- GD European Land Systems-Steyr GmbH. (2018). *Manual MT 20: PANDUR 8X8 Torre SP30/A26 Para IFV 30mm* (Vol. 1).
- Global defense. (2024, 9 de junho). Tracked Armoured Personnel Carrier Vehicle - Israel [Página Online]. Retirado de <https://armyrecognition.com/military-products/army/armoured-personnel-carriers/tracked-vehicles/namer-israel-uk>
- Gordon Arthur, & Christchurch. (2024, julho). Australian Army cranks up the heavy metal. *Asia-Pacific Defense Reporter*, 50(6), 12–16.
- Gruszczak, A., & Kaempf, S. (2024). *Routledge Handbook of the Future of Warfare*. London: Routledge.
- Guzie, G. L. (2004). *Integrated Survivability Assessment*: (N.º ARL-TR-3186; p. 64). Adelphi: Army Research Laboratory.
- Horton, W. D. (1996). *Ground Vehicle System Integration (GVSI) and Design Optimization Model*: (N.º A002; p. 82). Fort Belvoir, VA: OptiMetrics, Inc.
- Jacinto, A. J. S. (2024). *Regresso aos conflitos de alta intensidade: impacto na estratégia militar terrestre*. Instituto Universitário Militar, Lisboa.



- Janovsky, Naalsio, Aloha, Dan, Kemal, & Black (2024). Attack On Europe: Documenting Russian Equipment Losses During The Russian Invasion of Ukraine [Página Online]. Retirado de <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html>
- Johnson, R. (2025, 18 de fevereiro). Drones Accounted for 65 Percent of all Russian Tank Losses in Ukraine War - 19FortyFive [Página Online]. Retirado de <https://www.19fortyfive.com/2025/02/drones-accounted-for-65-percent-of-all-russian-tank-losses-in-ukraine-war/>
- Kempinski, B., & Murphy, C. (2012). *Technical Challenges of the U.S. Army's Ground Combat Vehicle Program*. Congressional Budget Office. Washington, D.C.
- King, A. (2021). *Urban Warfare in the Twenty-First Century*. Cambridge: Polity Press.
- King, A. (2022). Urban insurgency in the twenty-first century: smaller militaries and increased conflict in cities. *International Affairs*, 98(2), 609–629. doi: 10.1093/ia/iia007
- King, A. (2024). Robot wars: Autonomous drone swarms and the battlefield of the future. *Journal of Strategic Studies*, 47(2), 185–213. doi: 10.1080/01402390.2024.2302585
- Kuprinenko, A., Chornyi, M., Mocherad, V., & Ghahrodi, H. L. (2020). Concept Designing of Armoured Fighting Vehicles for Future Combat. *Defence Science Journal*, 70(4), 397–403. doi: 10.14429/dsj.70.14706
- Lacy, M. (2023). *Theorising Future Conflict: War Out to 2049* (1.^a ed.). London: Routledge.
- Latiff, R. H. (2017). *Future war: preparing for the new global battlefield* (First edition). London: Alfred A. Knopf.
- Lei Orgânica n.º 1/2023, de 17 de agosto (2023). *Aprova a Lei de programação militar*. Diário da República, 1.^a Série, 159. 2 a 8. Lisboa: Assembleia da República
- Lockheed Martin. (2025). Javelin Media Kit [Página Online]. Retirado de <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/javelin/javelin-media-kit.html>
- Lostarmour. (2025). Perdas de veículos blindados no conflito armado na Ucrânia 2014-2025 [Página Online]. Retirado de <https://lostarmour.info/armour>
- Ministry of Defence of Ukraine. (2025, 15 de março). The estimated combat losses of



- russians [Página Online]. Retirado de <https://mod.gov.ua/en/news/the-estimated-combat-losses-of-russians-over-the-last-day-1-180-persons-97-ua-vs-and-28-artillery-systems>
- Muspratt, A. (2019). *Steel Hexagon: The evolution of armoured vehicle requirements*. Defence IQ.
- Narciso, C. (2023). Os desafios da edificação de capacidades das Unidades de escalão Batalhão de Infantaria no moderno campo de batalha futuro das operações terrestres: A adequabilidade das capacidades da UEB de Infantaria aos desafios futuros. *Infantaria*, (8), 11–16.
- NATO. (2019). *AJP-3 Allied Joint Doctrine for the Conduct of Operations* (Edition C Version 1). Allied Joint Publication. Brussels. Brussels.
- New Zealand Army. (2017). *Future Land Operating Concept 2035 - Integrated Land Missions*. New Zealand Government.
- Nimmons, J., & Oathout, P. (2022). Table of Contents continued next page. *Armor*, CXXXVIV(1).
- Nistorescu, C. V. (2024). The Role of Heavy Armour in Modern Warfare. *Romanian Military Thinking*, 2024(3), 42–59. doi: 10.55535/RMT.2024.3.03
- North Atlantic Council. (2023). *Alliance Concept for Multi-Domain Operations*. NATO.
- Öğünç, G. İ. (2021). The Effectiveness of Armoured Vehicles in Urban Warfare Conditions. *Defence Science Journal*, 71(1), 25–33. doi: 10.14429/dsj.70.15589
- Oliveira, A. (2024, abril). *Força Terrestre de Próxima Geração - Conceito nacional e seu desenvolvimento*. Apresentado na Seminário do Poder Militar Terrestre 2024, Instituto Universitário Militar. Instituto Universitário Militar.
- Pavlak, C. (2023). Joint All-Domain Kill Webs. *Marine Corps Gazette*, 107(10), 6–7.
- Rash, L. (2024). *Manoeuvre in the Digital World – The Impact of Digitization on the Armoured Fleet*. Defence IQ.
- Reynolds, N. (2023). *Heavy Armoured Forces in Future Combined Arms Warfare*. RUSI. London.
- Ribeiro, A., & Pinto, S. (2022). *O Processo Estratégico No Estado-Maior-General das Forças Armadas*. Lisboa: EMGFA.
- Ribeiro, J. S. (2004). *A tecnologia como variável estratégica na indústria*. Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Setúbal. Retirado de <http://hdl.handle.net/10400.26/4229>



- Ribeiro, J. (2023). O Futuro das Operações Terrestres: A adequabilidade das capacidades da UEB de Infantaria aos desafios futuros. *Infantaria*, (8), 7–10.
- Santos, L., & Lima, J. (2019). Orientações Metodológicas para a elaboração de Trabalhos de investigação. *Cadernos do IUM*, (8.º), 198.
- Tamir Eshel. (2022, 26 de abril). Sensor Fusion for Land Combat Vehicles - European Security & Defence [Página Online]. Retirado de <https://euro-sd.com/2022/04/articles/exclusive/25763/sensor-fusion-for-land-combat-vehicles/>
- Tarasov, A. (2025, 21 de janeiro). APS and ERA developments [Página Online]. Retirado de <https://euro-sd.com/2025/01/articles/42132/aps-and-era-developments/>
- Tudorache, P. (2021). Attributes of Land Forces for Approaching Future Full Spectrum Operations. *Land Forces Academy Review*, 26(2), 166–172. doi: 10.2478/raft-2021-0023
- US Army. (2019). *Army Modernization Startegy - Investing In the Future*. Washington.
- Watling, J. (2024). *The Arms of the Future*. London: Bloomsbury Academic.
- Weissmann, M., & Nilsson, N. (Eds.) (2023). Towards a Versatile Edge: Developing Land Forces for Future Conflict. Em *Advanced Land Warfare* (pp. 393–412). Oxford: Oxford University Press.
- White, T., Smith, K., & Raistrick, C. (2018). *The Uk's Approach to Vehicle Systems Integration and Model Based Standardisation*. Michigan.
- Wong, L. (2016). *Systems Engineering Approach To Ground Combat Vehicle Survivability In Urban Operations* (Master). University of Illinois, Illinois.
- Yap, C. H. (2012). *The Impact of Armor on the Design, Utilization and Survivability of Ground Vehicles: The History of Armor Development and Use* (Master). Cornell University, Singapore.
- Yohann Michel. (2024, 12 de dezembro). Equipment losses in Russia's war on Ukraine mount [Página Online]. Retirado de <https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2024/02/equipment-losses-in-russias-war-on-ukraine-mount/>



Apêndice A - Corpo de conceitos

Quadro 3 – Conceitos

CONCEITOS	DEFINIÇÃO
ADAPTABILIDADE	Capacidade para moldar as condições e responder com eficácia (com oportunidade e flexibilidade) a alterações do ambiente operacional (Costa, 2020, p. 19).
CICLO DE VIDA	Começa desde que se decide a sua introdução no sistema de forças, seja para substituir um outro sistema de armas, ou porque surge a necessidade de preencher um vazio com uma nova capacidade, e acaba quando esse sistema de armas é retirado de serviço, procedendo-se à sua alienação. O ciclo de vida de equipamentos militares desenvolve-se em seis fases: Conceção, Desenvolvimento, Produção, Utilização, Sustentação e Alienação (Exército Português, 2013, p. A-3).
CONFLITO DE ALTA INTENSIDADE	O combate de alta intensidade é caracterizado pela conduta de operações de grande envergadura entre formações de elevados escalões envolvendo todas as capacidades militares terrestres e funções de combate, provocando aos contendores elevadas taxas de atrição que exigem particular atenção no empenhamento de forças para garantir, primeiro, a sobrevivência das unidades, e posteriormente a regeneração das mais debilitadas (Jacinto, 2024, p. 16)
ESPAÇO DE BATALHA	O ambiente, os fatores e as condições que devem ser compreendidos para aplicar o poder de combate, proteger uma força ou concluir com sucesso uma missão. Incluiu os ambientes terrestres, marítimo, aéreo e especial, as forças inimigas e amigas presentes nesses ambientes; instalações; condições meteorológicas terrestres e espaciais; riscos, terreno, o espectro eletromagnético e o ambiente informacional na área de operações conjuntas e noutras áreas de interesse (NATO, 2019, p. 159)
KILL WEB	Cadeia de apoio de fogo gerida pela IA que interliga sensores e armas para executar de forma automática a cadeia de apoio de fogos (<i>targeting</i>) à velocidade de processamento da IA. A IA sincronizará os efeitos de múltiplas munições interligadas em rede, no tempo, espaço e propósito, acelerando de forma exponencial o tempo entre a deteção e o impacto no alvo (Antal, 2023, p. 220).
LETALIDADE	Capacidade de um sistema de combate terrestre envolver e neutralizar eficazmente alvos, incluindo a longas distâncias. Esta capacidade depende de múltiplos fatores funcionais, nomeadamente a aquisição e identificação de alvos, os sistemas de controlo de tiro, a precisão e o tipo de armamento e munições empregue (Horton, 1996, p. 14).
MOBILIDADE TÁTICA	A mobilidade tática inclui os aspetos do desempenho do sistema que permitem a uma viatura de combate terrestre deslocar-se de ponto em ponto no EB (Horton, 1996, p. 21).
MOBILIDADE OPERACIONAL	A mobilidade operacional refere-se às características do sistema que possibilitam a uma viatura de combate terrestre a sua movimentação entre zonas de combate (Horton, 1996, p. 21).
OPERAÇÕES MULTI-DOMÍNIO	Orquestração das atividades militares em todos os domínios e ambientes, sincronizada com atividades não militares, para permitir à Aliança criar efeitos convergentes com a rapidez necessária (North Atlantic Council, 2023, p. 9).
SOBREVIVÊNCIA	A manutenção da eficácia do sistema perante diversas ameaças, condições e cenários do ambiente operacional (Guzie, 2004, p. 17).
SUPER ENXAME	É um grupo de sistemas robóticos autónomos, descartáveis e ativados por IA, que cooperam entre si e são dirigidos por um único “piloto” para atacar múltiplos alvos em simultâneo a partir de diferentes ângulos. Os sistemas robóticos no enxame atuam como “agentes inteligentes”, executando ações para alcançar objetivos definidos por decisões tomadas pela IA. Um super enxame combina a tática de ataque em enxame (convergente, múltiplo e implacável). (Antal, p. 223).
SUSTENTABILIDADE	Possibilidade de uma viatura de combate terrestre conduza operações durante períodos prolongados sem necessidade de reparações ou reabastecimento. Incluem-se aqui os aspetos mecânicos e de fiabilidade básicos do funcionamento do sistema, a dependência do sistema em consumíveis a bordo, e a capacidade de a tripulação operar no interior do da viatura durante longos períodos. É considera também a quantidade e tipo de consumíveis, como munições e combustível, bem como a taxa a que são consumidos (Horton, 1996, p. 23).



TECNOLOGIA	Tecnologia inclui ferramentas específicas, equipamentos e/ou técnicas para ações instrumentais. Tal definição implica que uma tecnologia poderá ser constituída por pelo menos um dos seguintes componentes: um componente tangível (material ou objetos físicos) e um componente intangível (informação) (Griffith (1999), cit. por Ribeiro,2004).
------------	---

**Apêndice B - Ameaças contra viaturas militares terrestres**

De seguida apresenta-se no quadro 4 a categorização das ameaças para as viaturas blindadas tendo em conta o EB atual.

Quadro 4 – Ameaças contra viaturas militares terrestres

Ameaça	Classe	Tipo	Categoria	Exemplos
Direta	Energia Cinética	Não Guiada	Disparo por Canhão	Penetradores de Núcleo Longo
	Energia Química	Não Guiada	Disparo por Canhão	Munições HEAT
			Propulsado por Foguete	RPG 7
			Comando por Linha de Visão	Mísseil ACar Sagger 1
		Guiado	Filo guiado	Mísseil ACar <i>Tube-launched, Optically-tracked, Wire-guided</i>
			Designado	Munição <i>Krasnapol</i>
			Auto-guiado (<i>Homing</i>)	Mísseil ACar <i>Javelin</i>
Indireta	Convencional	Alto Explosivo	Detonação por Impacto	Explosão ao atingir o solo
			Detonação por Proximidade	Explosão aérea
		Dupla carga	Detonação por Impacto	<i>top-attack</i>
	Inteligente	Sensor de Queda (<i>Fallers</i>)	Infravermelho	Munição <i>Sensor Fuzed Weapon</i>
			Onda milimétrica	Munição <i>BONUS projectile</i>
			Modo duplo	Munição <i>Sense and Destroy Armor</i>
		Guiado terminal (Voadores)	Infravermelho	Munição <i>Brilliant Anti-Tank</i>
			Onda milimétrica	<i>Multiple Launch Rocket System</i>
	Sistemas Aéreos de Ataque terminal não recuperáveis	Energia Química	<i>Loitering Ammunitions</i>	Ataque terminal autónomo
UAS de sacrifício			Guiado com espera	<i>Shahed-136, Warmate</i>
UAS FPV			Controlado em tempo real	<i>Quadcopters, racing UAS</i>
<i>Bottom-Up</i>	Convencional	Minas ACar	Pressão/sensor magnético	TM-62, M15, AT-2
	Improvisados	Pressão	Ativação por pressão direta	-----
		Comando	Fio/ Rádio/telemóvel	-----

Fonte: Adaptado a partir de Horton (1996).



Apêndice C - Tecnologias a integrar nas VBR 8X8

Devido à extensão dos pontos elencados, iremos apresentar primariamente o pilar sobrevivência e de seguida os restantes. Relativamente ao pilar sobrevivência apresentam-se os resultados no quadro 5 tendo em consideração as camadas da “cebola da sobrevivência”:

Quadro 5 – Tecnologias a integrar nas camadas da “cebola da sobrevivência”

Camada	Tecnologias e características a integrar	Referências
<i>Avoid encounter</i>	– Sistemas UAS para antecipação de ameaças as longas distâncias, providenciar informações em tempo real do EB, identificação de alvos e regulação de fogos.	(Guzie, 2004, p. 10) (Ejército de tierra , entrevista por e-mail, 18 de março de 2025) (S. Sousa, <i>op. cit</i>)
	– Radar passivo e sensor acústico para deteção de ameaças e evitar deteção.	(Wong, 2016, p. 106) (Feickert, 2019, p. 2) (Watling, 2024, p. 85) (Gordon&Christchurch, 2024,p. 59)
	– Interligação a sensores e sistemas da força como radares a fim de identificar ameaças e evitá-las.	(NZA, 2017, p. 14) (J. Bauer, <i>op. cit</i>) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>)
<i>Don't be seen</i>	– Camuflagem multiespectral adaptativa (materiais com alteração térmica, infravermelho e visual).	(Antal, 2022, p. 143) (Antal, 2022, p. 147) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>) (Antal, 2022, p. 38) (J. Antal, <i>op. cit</i>) (S. Sousa, <i>op. cit</i>) (J.S.J. Pryce, <i>op. cit</i>)
	– Tintas absorventes de Infravermelhos e revestimentos e radar absorbing material para reduzir a assinatura e multissetorial e evitar a deteção por sensores.	(Wong, 2016, p. 45) (Antal, 2022, p. 143) (Antal, 2023, p. 24)
	– Motores híbridos-elétricos silenciosos para reduzir assinatura acústica.	(Wong, 2016, p. 148) (Feickert, 2019, p. 2) (Watling, 2024, p. 92) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>) (J. Bauer, <i>op. cit</i>) (J.S.J. Pryce, <i>op. cit</i>)
	– Redução de assinatura eletromagnética através da minimização de emissões eletrónicas e comunicações encriptadas.	(Antal, 2022, p. 143) (Antal, 2023, p. 24) (J. Antal, <i>op. cit</i>) (J. Bauer, <i>op. cit</i>) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>)
	– Redução do tamanho e silhueta da viatura.	(Horton, 1996, p. 20) (Wong, 2016, p. 44) (Gat, 2023, p. 13) (J. Bauer, <i>op. cit</i>) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>)
	– Granadas de fumo multiespectral para ocultação total contra sensores térmicos, radar e óticos.	(Dodge & Mackelvey (2013), p. 4) (Antal, 2022, p. 143)
	– GE para neutralizar interferir com os sistemas de aquisição e guiamento da ameaça (<i>spoofing</i> dos sistemas de navegação, interferência Infravermelho e laser).	(Antal, 2022, p. 143) (Watling, 2024, p.11)
	– Engodos (Decoys) multiespectral , para neutralizar para iludir ou gerar dilema na ameaça.	(Dodge e Mackelvey 2013, p. 4) (Feickert, 2016, p. 21) (Wong, 2016, p. 7) (J. Antal, <i>op. cit</i>) (Antal, 2022, p. 143)
	<i>Don't be hit</i>	– Blindagem ativa (sistemas de proteção ativa) para intercetção de projéteis e munições <i>top-attack</i> antes de atingirem a blindagem passiva.



		(Global defense, 2024, p. 4) (Cranny-Evans, 2024, p. 12)
	– Rápida capacidade de aceleração e mudança de velocidade (mobilidade/ agilidade).	(Kempinski & Murphy, 2012, p. 35) (Burgess e Gaidow, 2015, p. 9) (Wong, 2016, p. 49)
	– Soft Kill para interferência eletrônica e desorientação de munições inteligentes (incorporação de sistema de detecção de ameaças laser).	(Feickert, 2016, p. 21) (Feickert, 2019, p. 2) (Army Technology, 2023) (Antal, 2022, p. 65) (Watling, 2024, p. 11) (Antal, 2023, p. 47) (Antal, 2022, p. 143) (J. Bauer, op. cit) (Ejército de tierra, op. cit) (J. Antal, op. cit) (Dean, 2023)
	– Capacidade C-UAS para derrota de ameaça UAS.	(J. Bauer, op. cit) (Ejército de tierra, op. cit) (S. Sousa, op. cit) (J. Antal, op. cit)
<i>Don't be penetrated</i>	– Blindagem Passiva modular (combinação de cerâmica, metais e polímeros balísticos para redução de peso e aumento de resistência).	(Antal, 2023, p. 91) (Guzie, 2004, p. 35) (ARG, 2023, p. 1)
<i>Don't be killed</i>	– Compartimentação modular para separação de tripulação, munições e sistemas críticos).	(Antal, 2022, p. 102) (Watling, 2024, p. 16) (Kempinski & Murphy, 2012)
	– Redundância de sistemas essenciais (circuitos elétricos independentes, comunicações).	(Dodge & McKelvey, 2013, p. 50) (Wong, 2016, p. 85)
	– Revestimentos anti-fragmentação internos (<i>spall liners</i>) para minimizar o impacto de penetração no interior do veículo.	(Dodge & McKelvey, 2013, p. 5) (Wong, 2016, p. 23) (Kempinski & Murphy, 2012)
	– Cascos com formato em V , com proteção contra explosões <i>bottom-up</i> .	(Yap, 2012, p. 65) (Ejército de tierra, op. cit) (Wong, 2016, p. 40) (Army Technology, 2023)

Para os restantes pilares considera-se fundamental integrar as seguinte tecnologias e caraterísticas conforme quadro 6:

Quadro 6 – Tecnologias e caraterísticas a integrar na viatura blindada do futuro

Pilar	Tecnologias e caraterísticas a integrar	Referências
Mobilidade	– Suspensão ativa e modular para adaptação ao terreno.	(Watling, 2024, p. 117) (Antal, 2023, p. 76) (Yap, 2012, p. 86)
	– Mobilidade Tática e operacional (que possibilite a movimentação rápida no EB).	(Balos et al., 2024, p. 488) (Kempinski & Murphy, 2012) (Wong, 2016, p. 30)
	– Redução de peso e perfil (com o aparecimento de novos materiais compósitos e estruturas otimizadas).	(Gat, 2023, p. 13) (Nimmons&Oathout, 2022, p. 10) (Wong, 2016, p. 121)
	– Motores híbridos.	(Cazalet, 2024) (Feickert, 2019, p. 2) (Wong, 2016, p. 148)
Letalidade	– Sistemas de armamento modular para adaptação ao tipo de missão.	(Watling, 2024, p. 52) Antal, 2022, p. 3) (Feickert, 2019, p. 2) (J. Bauer, op. cit) (Ejército de tierra, op. cit)
	– Arma principal com RCWS de 30 mm ou 40 mm com munições especiais (<i>Armour-piercing fin-stabilized discarding sabot, high explosive, airburst</i>).	(Foss, 2022) (Feickert, 2019, p. 10) (Feickert, 2016, p. 21)



		(Gordon&Chritchurh, 2024,p. 15) (J. Bauer, <i>op. cit</i>) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>) (S. Sousa, <i>op. cit</i>) (Dean, 2023)
	– Mísseis ACar para capacidade letal contra blindados.	(Reynolds, 2023) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>) (J. Bauer, <i>op. cit</i>) (S. Sousa, <i>op. cit</i>)
	– Sistemas de combate colaborativo (UAS e UGV armados, MUM-T).	(Cazalet, 2024) (Defense IQ, 2024, p. 7) (King, 2024, p. 186) (Nimmons&Oathout, 2022, p. 10) (Fridbertsson, 2022, p. 6) (Feickert, 2019, p. 2-10) (US Army, 2019, p. 6) (Rash, 2024, p. 7)
	– Fusão de sensores para aquisição de alvos (Infravermelho, térmico, radar, laser, IA para deteção e priorização de ameaças interligados ao BMS).	(Antal, 2022, p. 132) (Tamir Eshel, 2022) (Defense IQ, 2024, pp. 9-10) (Army Technology, 2023) (Cranny-Evans, 2024, p. 12) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>)
Conectividade	– Mobile Ad Hoc Networks para comunicação resiliente.	(Watling, 2024, p. 36)
	– Contrameditadas eletrónicas para fazer face a GE e assegurar a continuidade das comunicações, C2, <i>targeting</i> e sistemas de navegação funcionais mesmo quando empastelados ou alvo de <i>cyber</i> ataque	(Antal, 2023, p. 191) (Ajrawi & Tran, 2024, pp. 119-121) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>)
	– Integração C4ISR para partilha de dados em tempo real entre unidades.	(Fridbertsson, 2022, p. 6) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>) (J. Bauer, <i>op. cit</i>)
	– Fusão de sensores e dados distribuídos para aumentar a consciência situacional. – Sitational warness em 360°.	(Fridbertsson, 2022, p. 6) (Feickert, 2019, p. 3) (Army Technology, 2023)
Adaptabilidade	– Plataformas modulares que permitem a adaptação a diferentes funções (transporte, reconhecimento, combate, apoio).	(NZA, 2017, p. 14) (Watling, 2024, p. 14) (White,Smith,&Raistrick, 2018, p. 2) (Defense IQ, 2024, pp. 3-10) (Cranny-Evans, 2024, p. 12) (White et al., 2018, p. 2) (J. Bauer, <i>op. cit</i>) (Ejército de tierra, <i>op. cit</i>) (J.S.J. Pryce, <i>op. cit</i>)
	– Arquitetura aberta de software e hardware para atualização de capacidades.	(Defense IQ, 2024, pp. 3-10) (Cranny-Evans, 2024, p. 12)
Autonomia e IA	– Sistemas de condução autónoma e assistência ao condutor (navegação <i>off-road</i> com IA).	(Watling, 2024, p. 168) (Antal, 2023, p. 102) (Cranny-Evans, 2024, p. 12)
	– UAS e UGV integrados.	(Feickert, 2019, p. 2) (Gat, 2023, p. 13)
	– Sistemas de gestão automática de ameaças (identificação e priorização de alvos em tempo real).	(Antal, 2022, p. 126) (Feickert, 2019, p. 2)
	– IA manutenção preditiva (redução do tempo de inatividade).	(S. Sousa, <i>op. cit</i>) (J.S.J. Pryce, <i>op. cit</i>)
	– Operação em rede com veículos não tripulados para reduzir exposição da tripulação, aumento da dispersão e área coberta.	(King, 2024, p. 186)



Apêndice D - Modelo de análise

Quadro 7 – Modelo de Análise

Tema	A plataforma Viatura Blindada de Rodas 8X8 – Um ativo da “Força Terrestre de Próxima Geração”				
Domínio da Investigação	Ciências Militares/ Técnicas e Tecnologias Militares/ Sistemas de Combate				
Objeto de Estudo	A plataforma Viatura Blindada de Rodas 8X8 no Exército Português				
Delimitação	Temporal	De 2021 até 2050	Conteúdo	Vetores de desenvolvimento: Material	Espacial Espaço de batalha do futuro
	Objetivo Geral	OG: Propor linhas de ação a desenvolver no vetor de desenvolvimento material que potenciem a plataforma VBR 8X8 enquanto ativo válido na FTPG			
Problema da Investigação	Questão Central	QC: Quais as linhas de ação a desenvolver no vetor de desenvolvimento material que potenciem a plataforma VBR 8X8 enquanto ativo válido para a FTPG?			
Metodologia	Raciocínio		Estratégia		Desenho da pesquisa
	Dedutivo		Qualitativa		Estudo de caso
Objetivos Específicos (OE)	Questões Derivadas (QD)		Conceitos	Dimensões	Indicadores
OE 1 Selecionar as características e tecnologias a incorporar nas VBR 8X8 para que se constituam um ativo válido no espaço de batalha do futuro	QD1 Quais as características e tecnologias a incorporar nas VBR 8X8 de próxima geração?		Guerra do futuro	Espaço de batalha do futuro	<ul style="list-style-type: none"> – Mobilidade e agilidade – Conetividade – Letalidade – Proteção e sobrevivência – Automatização – Adaptabilidade
OE 2 Analisar a viabilidade da modernização da VBR <i>PANDUR II</i> 8X8	QD2 Quais as potencialidades e vulnerabilidades na modernização da VBR <i>PANDUR II</i> 8X8?		FTPG	Requisitos da FTPG	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Middle Life Upgrade</i> – Obsolescências – Tempo de vida útil – Modularidade
					Análise documental Entrevistas Semiestruturadas



Apêndice E - Tipologia de entrevistas e identificação dos entrevistados

Quadro 8 –Tipologia de entrevistas e identificação dos entrevistados

Código	Guião	Cargos	Entrevistado	Tipo de entrevista	Data
E1		Chefe da Área das Operações do Comando da Forças Terrestres	Cor Simão Sousa	Semiestruturada (presencial)	20MAR25
E2		Chefe da Divisão de Manutenção de Sistemas de Manobra do Comando da Logística	BGen Thó Monteiro	Semiestruturada (presencial)	13MAR25
E3		Gestor do Projeto da VBR <i>PANDUR II 8X8</i>	Cor Barreiro	Semiestruturada	20ABR25
E4		<i>General Dynamics Land System</i>	Jens Bauer	Semiestruturada (vídeo-teleconferência)	01ABR25
E5		Exércitos Aliados	Ejército de Tierra	Semiestruturada (e-mail)	18MAR25
E6		Autor do livro “ <i>Next War</i> ”	John Antal	Semiestruturada (vídeo-teleconferência)	01Fev25
E7		Especialista em edificação de viaturas (Exército Britânico)	James de St John-Pryce	Semiestruturada (vídeo-teleconferência)	12FEV25



Apêndice F - Questões das entrevistas

As entrevistas realizadas e enumeradas no apêndice E foram apoiadas em três guiões, definidos em função dos objetivos da entrevista, funções e especialidade dos entrevistados, conforme quadro 9.

Quadro 9 – Numeração dos guiões e objetivos das entrevistas

Guião	Parte	Objetivo
1	1 ^a	Caracterização do EB do futuro e as FTF
	2 ^a	Selecionar as características e tecnologias a incorporar nas VBR 8X8
	3 ^a	Analisar viabilidade da modernização da VBR <i>PANDUR II 8X8</i>
2		Exércitos Aliados
3		Indústria militar

Nos quadros 10,11 e 12 espelha-se as questões dos diferentes guiões e as respectivas questões que foram realizadas tendo em consideração a temática pretendida e os objetivos anteriormente explanados.

Quadro 10 – Questões correspondentes ao guião n.º 1.

Nº	Questão	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1.ª Parte								
1	Como considera que será o ambiente operacional do futuro?						X	X
2	Quais as características do moderno EB, quais serão os disruptores em relação ao presente?						X	X
3	Onde considera que as futuras guerras ou batalhas decorrerão, em que tipo de terreno?						X	X
4	Quais as características essenciais que a FTF deve possuir para operarem de forma eficiente no EB do futuro?	X					X	X
2.ª Parte								
5	Quais as características em termos de mobilidade, letalidade, sobrevivência, conectividade, adaptabilidade e automatização (sistemas autónomos) devem ter as viaturas blindadas de combate do futuro?	X			X			
6	Que tecnologias devemos incorporar na edificação das viaturas blindadas de combate do futuro (IA, Sist. Autónomos, Sensores, Sist. C-UAS...)?	X			X		X	X
7	Com base nas lições aprendidas nos recentes conflitos na Ucrânia e em Nagorno-Karabakh, como avalia o papel das VBR 8X8 terão nos conflitos do futuro (conflitos de alta intensidade)?						X	X
8	What characteristics do you consider essential for future armored combat vehicles to address the challenges of the future battlespace?						X	X
3.ª Parte								
9	Tendo em conta a atual frota de VBR <i>PANDUR II 8X8</i> quais são as principais lacunas operacionais identificadas que justifiquem a implementação de um programa de modernização? Justifique.	X	X					X
10	Que melhorias estão previstas realizar às VBR <i>PANDUR II 8X8</i> ?	X	X		X			X
11	Com este programa de modernização qual é o objetivo do EP em termos de médio e longo prazo para a plataforma VBR <i>PANDUR II 8X8</i> ?	X	X					X
12	Quais as potencialidade e vulnerabilidades da modernização VBR <i>PANDUR II 8X8</i> tendo em conta os desafios e necessidades do EB do futuro?	X	X					X



Quadro 11 - Questões correspondentes ao guião n.º 2 (Exércitos aliados)

Nº	Questão	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1	Mobilidade e agilidade: Quais foram os critérios estabelecidos para garantir que a VBR 8X8 tenha uma mobilidade eficiente em diversos tipos de terreno, maximizando a capacidade de deslocação rápida e manobrabilidade operacional?					X		
2	Letalidade: Que armamento e sistemas letais foram incorporados nas VBR 8X8? Justifique.					X		
3	Sistemas Autónomos: Que tipo de sistemas autónomos foram integrados na VBR 8X8?					X		
4	Conetividade: Como a viatura foi equipada para garantir comunicação eficaz com outras unidades terrestres e aéreas, assegurando interoperabilidade dentro do Exército Espanhol e das Forças NATO? Que medidas foram adotadas para garantir resiliência eletrónica?					X		
5	Adaptabilidade: De que forma a VBR 8X8 foi concebida para ser modular e flexível, permitindo a integração de diferentes equipamentos, sensores e armamentos conforme as necessidades operacionais?					X		
6	Sobrevivência: Que soluções foram adotadas para maximizar a proteção da tripulação contra ameaças modernas como minas, ataques de UAS, IEDs, armas ACar etc..? Como se equilibrou a necessidade entre proteção e a mobilidade?					X		
7	Que outras tecnologias e sistemas foram incorporados nas viaturas além das mencionadas anteriormente (IA, Sist. Autónomos, Sensores, Sist. C-UAS...)?					X		

Quadro 12 - Questões correspondentes ao guião n.º 3 (Empresas)

Nº	Questão	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1	Quais as características que considera essências para as viaturas blindadas de combate do futuro por forma a responder aos desafios do EB do Futuro?				X			
2	Em termos da industrial militar como é que a <i>General Dynamics Land System</i> considera a quais são os pilares necessários na edificação das viaturas blindadas de combate do futuro tendo em conta o EB do futuro?				X			
3	Quais as características em termos de mobilidade, letalidade, sobrevivência, conetividade, adaptabilidade e automatização (sistemas autónomos) devem possuir as viaturas blindadas de combate do futuro?				X			
4	Que tecnologias a incorporar na edificação das viaturas blindadas de combate do futuro (IA, Sist. Autónomos, Sensores, Sist. C-UAS...)?				X			
5	Considera que a VBR <i>PANDUR II 8X8</i> se adequa ao futuro EB? Justifique.				X			
6	Quais as potencialidades e vulnerabilidades na modernização da VBR <i>PANDUR II 8X8</i> ?				X			
7	Que melhorias tem a <i>General Dynamics Land System</i> , previstas realizar às VBR <i>PANDUR II 8X8</i> ?				X			
8	Quais as potencialidade e vulnerabilidades da modernização VBR <i>PANDUR II 8X8</i> tendo em conta os desafios e necessidades do EB do futuro?				X			



Apêndice G - Análise de entrevistas

Apresenta-se seguidamente a análise das entrevistas realizadas. No quadro 13 são apresentadas a análise ao conteúdo das questões dos vários guiões. Foi elaborado uma matriz de análise temática, tendo sido estabelecido cinco temas: EB do futuro, FTF, Edificação de viaturas, Tecnologias a incorporar na Viaturas blindadas do futuro, Modernização VBR *PANDUR II 8X8* e Potencialidades e vulnerabilidades das VBR *PANDUR II 8X8*.

Quadro 13 – Análise de entrevistas por tema

	EB do futuro	Força terrestre do futuro	Edificação de viaturas	Tecnologias a incorporar nas Viaturas blindadas do futuro	Modernização VBR <i>PANDUR II 8X8</i>	Potencialidades e vulnerabilidades das VBR <i>PANDUR II 8X8</i>
E1	<p>“[...] a profundidade da linha da frente é de dezenas de quilómetros [...] a precisão é tanta, se és grande ou pequeno, apanhas na mesma.”(Q1)</p> <p>“Neste momento com os radares com os UAS e a completa disseminação destes sistemas que causaram uma transparência do campo de batalha muito elevada, a profundidade da linha de contacto tem dezenas de quilómetros. [...] a precisão é tanta [...]” (Questão N.º 1(Q1))</p>	<p>“As viaturas 8X8 parecem especialmente adaptadas ao atual ambiente [...]. Conseguem concentrar e desconcentrar forças com muita facilidade.” (Q2)</p>	<p>“Devido às características do futuro EB, o triângulo de ferro tradicional poderá não ser capaz de dar resposta [...]. Surge o conceito de <i>Steel Hexagon</i>.”(Q1/Q2)</p>	<p>“Permitir fazer evoluções e para isso tem de ter capacidade volumétrica sobrance e principalmente de peso.” (Q3)</p> <p>“[...]a viatura deve ser flexível no campo de batalha [...] o sistema defensivo tem que ser autónomo” (Q3)</p> <p>“[...]UAS aéreos serão essenciais e todas as viaturas, vão ter um [...] (QD4)</p> <p>“Camuflagem térmica é essencial [...] (QD4)</p> <p>“[...]o que eu considero mais importante, é termos um sistema de realidade aumentada [...]” (Q4)</p> <p>“[...] pelo menos 30 milímetros com míssil ACAR acoplado [...] (Q4)</p>	<p>“Não cumpre os requisitos [...] Estamos a deixar acontecer à <i>PANDUR</i> aquilo que aconteceu aos <i>M113</i>. [...] A nossa só tem proteção nível 3, completamente desatualizada.” (Q4)</p>	<p>Potencialidades: “As viaturas 8X8 parecem especialmente adaptadas ao atual ambiente [...]. boa mobilidade, menor consumo.” (Q2)</p> <p>Vulnerabilidades: “Não cumpre os requisitos [...] A nossa só tem proteção nível 3, está completamente desatualizada.” (Q4)</p>
E2	<p>“A ameaça mudou[...]” (Q2))</p> <p>“Temos obsolescências sérias nesta viatura...é fundamental a sua</p>	<p>“Prevê-se um projeto a 5 anos de modernização [...] para cumprir requisitos NATO com as 2 brigadas [...] falamos em 2031/32</p>		<p>“O sistema de combate do soldado [...] o BMS [...]. Precisamos atualizar o C4I.” (Q2)</p> <p>“Vamos estudar passá-las</p>	<p>“Prevê-se um projeto a 5 anos [...] para cumprir requisitos NATO.” (Q3)</p> <p>Realizando esta modernização</p>	<p>Potencialidades: “A vantagem é termos uma plataforma conhecida, [...] com trabalhos de modernização e resolução</p>



<p>atualização [...] aumentar a capacidade tecnológica.” (Q1/Q2)</p>	<p>[...]” (Q3)</p>		<p>todas para RCWS [...]trocar as peças de 30 mm.” (Q2)</p>	<p>conseguiremos efetuar a extensão do tempo de vida da viatura por mais 15 anos, colocando o tempo limite de 2060 [...]” (Q3) “[...], estamos a trabalhar nos requisitos operacionais e técnicos, (...) substituição de componentes críticos, atualização da torre e blindagem, aumentando a proteção.” (Q3) “O ciclo de vida é normalmente definido para 30 anos. As <i>PANDUR II</i> 8X8 estão agora a fazer os 16/17 anos estando na altura de tomar a decisão de manter, alienar ou modernizar.” (Q1) “Em sede de LPM até 2033 equacionamos estes sistemas de armas para serem modernizado, estamos a trabalhar nos requisitos operacionais e técnicos que o Exército necessita.” (Q2) “No mercado já não existem sobressalente simples, como um bombito ou já não se fabricarem.” (Q2) “...a parte de travagem e outros sistemas mecânicos, tão como com dificuldades e com obsolescências [...] (Q2) “[...]torre temos de mudar o</p>	<p>das obsolescências ficamos com uma plataforma pronta para um novo ciclo de vida.” (Q4) “Que fosse potencializado nesta modernização [...] capacidade da indústria portuguesa para nos apoiar na redução desta vulnerabilidade.” (Q4) Vulnerabilidades: “sistema sem escala, a <i>PANDUR II</i> 8X8 só ser usado por um conjunto reduzido de Países, [...] falta de oficina em Portugal [...] e se modernizarmos a duas velocidades acabamos com duas frotas diferentes.” (Q4).</p>
--	--------------------	--	---	--	---



					<p>sistema de controlo de tiro [...]” (Q2)</p> <p>“[...]outras capacidades operacionais, como a capacidade de lançamento sistemas ACar <i>Anti-Tank Guided Missile</i> (ATGM) [...]” (Q2)</p> <p>"O sistema de combate do soldado[...] o BMS [...]. Precisamos atualizar o C4I." (Q2)</p> <p>"Vamos estudar passá-las todas para RCWS [...] trocar as peças de 30 mm." (Q2)</p>	
E3					<p>“Letalidade e Proteção: ambição de converter todas as VBR ICV em RCWS, instalação de rampas de lançamento de mísseis ACar num número significativo de VBR, nova proteção conferida por novas placas <i>add-on</i> para proteção de nível IV.”(Q2)</p> <p>“C4I reestruturado. Nova estrutura [...]”</p> <p>“[...]reconfiguração de todo o sistema elétrico das VBR, fruto da nova demanda exigida pelo sistema C4I.” (Q2)</p> <p>“[...]estuda-se a possibilidade de proteção superior da VBR com sistemas C-UAS.” (Q4)</p>	
	<i>"The first thing is detect, decide, act. I think</i>	<i>"From a division to a brigade level [...] you have</i>	<i>"[...] the vehicle is more than just a carrier [...] it's</i>	<i>"We are part of the EuroTrophy. With Active</i>	<i>"The PANDUR can be evolved [...]30 mil, ATGM</i>	Potencialidades: <i>"You have it, you are trained [...] let's</i>



<p>E4</p>	<p><i>information superiority. Situational awareness is key [...] Time is of essence [...] we cannot wait days or hours for a decision.” (Q1)</i> <i>“The decision must be fast, so time is for all what we do of essence [...] (Q1)</i></p>	<p><i>all the forces together, maybe with support from Air Force or helicopters [...] the brigade can do its own battle. That is the structure for multi domain operations.” (Q2)</i> <i>“With the support of AI [...] you can be faster in the analytics. Software libraries, algorithms [...] that means a very effective battle management system, command and control [...] The decision must be fast.” (Q1/Q2)</i></p>	<p><i>the backbone for all the effectors, the sensors and the BMS. It should be less than military load classification 50[...]” (Q2/Q3)</i> <i>“In the new world of vehicles, we have first of all protection [...]. Then it’s also the mobility itself, because mobility is protection.” (Q1/Q2)</i> <i>“[...]because mobility is protection [...]” (Q1)</i> <i>“Then the vehicle is more than just a carrier because with the new the natural general, an electronic legal architecture that let’s say it’s the backbone for all what we said for the sensors for the effectors” (Q1)</i> <i>“[...] the system of system approach [...]”(Q1)</i> <i>“So, we believe that the key criteria next to what he said is before optimize the weight to get the highest mobility possible.” (Q2)</i> <i>“[...]is the modularity we should design the vehicles [...]” (Q3)</i></p>	<p><i>Protection Systems (APS) you reduce weight for protection, but it has a price tag.” (Q6)</i> <i>“Open architecture, modular mission oriented [...] maybe with a 30 mil gun, ATGM [...]” (Q6/Q7)</i> <i>“Other capabilities, maybe a system for counter-UAS. Jamming, interception. We see so many drones in Ukraine [...] you need solutions.” (Q5)</i> <i>“Adaptive camouflage or thermal camouflage [...] we try to design with that in mind, to reduce detection.” (Q6)</i> <i>“Autonomous ground and aerial systems... a land swarm, so to speak... some smaller, acting as weapon stations or gunner[...]” (Q6)</i> <i>“[...]with open interfaces [...]” (Q3)</i> <i>“[...] AI no doubt is a key thing [...]” (Q4)</i> <i>“[...] Power plant or batteries [...]” (Q2)</i> <i>“Electronic warfare and jamming, no doubt” (Q4)</i></p>	<p><i>capabilities, improved sensors, BMS. [...]definitely possible.”(Q6)</i> <i>“[...]we will make an overhaul now, hopefully contracted this year[...]” (Q7)</i> <i>“This is a short and midterm perspective [...] take it, what you have, make it quickly available, and make sure it’s sustainable, with your own industry. Time matters.” (Q7/Q8)</i> <i>“However, as we are doing currently now, the overhaul you know it the I’m planning this together with the modernization [...]” (Q5)</i> <i>“In the modernization we are talking about ATGM capabilities, we are talking about improved sensors, more optics [...]” (Q5)</i> <i>“First, equip the vehicle with 30 mm gun, sensors the right sensors, a good battle management system, a good Command and control with some, let’s say, electronical warfare and countermeasures and jamming, this is definitely possible with the PANDUR.” (Q5)</i> <i>“[...] take care that it’s sustainable [...]” (Q7)</i></p>	<p><i>get them back... time matters.” (Q7/Q8)</i> <i>“We want to do everything with your industry, a transfer of technology[...] so from a political level, I call it national security interests are given, security of supply. That is a short to mid-term perspective.” (Q7)</i></p>
------------------	---	--	---	---	--	--



E5	<p><i>"The Armored fighting vehicle (AFV) 8X8 Dragón was designed [...] addressing the challenges of modern warfare [...] ensuring effectiveness in both high-intensity combat and cooperative security missions." (Q1/Q2)</i></p>	<p><i>"[...] the balance between mobility, protection, and firepower has been a key design principle in the AFV 8X8 Dragón." (Q2)</i> <i>"AFV 8X8 Dragón, ensuring its effectiveness in both high-intensity combat operations and cooperative security missions." (Q2)</i></p>	<p><i>"[...]a modular and scalable weapon system... open architecture... adaptation to different threat levels." (Q3)</i> <i>"The AFV 8X8 Dragón is equipped with modular armor, allowing adaptation to different threat levels while maintaining mobility. The vehicle's V-shaped hull is designed to deflect explosive forces from mines and IEDs, reducing the impact on the crew [...]" (Q3)</i></p>	<p><i>"Equipped with a remotely operated turret armed with a 30 mm automatic cannon... ATGM capability [...] The AFV 8X8 Dragón can interface with tactical drones[...]" (Q2/Q4)</i> <i>"AI-based Local Situational Awareness System [...] detect, classify, and track threats..." (Q5/Q6)</i> <i>"[...] includes electronic counter-countermeasures, encrypted communications, and resilience against jamming and cyber threats [...]" (Q7)</i> <i>"[...]equipped with a Laser Warning System [...]" (Q7)</i> <i>"The vehicle integrates thermal and infrared signature reduction measures [...]" (Q7)</i> <i>"[...]integrates with NATO-standard digital networks, ensuring real-time data sharing, sensor fusion, and coordination with joint [...]" (Q7)</i> <i>"Integrated APS provides a last-line defense against ATGM and RPG by detecting and neutralizing incoming threats before impact." (Q6)</i> <i>"[...] electronic systems are designed with an open-architecture approach[...]"</i></p>		
-----------	--	---	---	---	--	--



				(Q7) <i>"[...] an Acoustic Shot Detector provides 360° threat detection, identifying the direction and source of small arms fire and snipers [...]" (Q7)</i>	
E6	<p><i>"The biggest challenge we have today is [...] a sensor rich environment... from crawling to rolling [...] all the way up to satellites." (Q1)</i></p> <p><i>"We will have to go to extraordinary means to deceive and disrupt their sensors [...] masking." (Q1)</i></p> <p><i>"Top is where they attack us." (Q2/Q6)</i></p> <p><i>"[...]transparent battle space that is dominated by long range precision fires [...]" (Q1)</i></p> <p><i>"If you mass forces they can be observed by sensors and destroyed by long range precision fires from drones all the way to missiles? So that's the biggest challenge of modern war." (Q1)</i></p>	<p><i>"We cannot mass in the old way now, in a transparent battlespace dominated by long range precision fires." (Q2)</i></p> <p><i>"If we do not camouflage, we'll get scraped off by artillery [...]" (Q4)</i></p> <p><i>"Fight in real time." (Q3)</i></p>	<p><i>"If our vehicles are not designed with masking in mind, we put ourselves at a great disadvantage." (Q1)</i></p> <p><i>"We build these heavy hot big noisy machines and then we say do something-camouflage them, well it gets harder and harder Fight in real time. [...] start designing them from the ground up with that in mind" (Q1)</i></p> <p><i>Your top armor is never going to be strong enough. Now there's some things you can do, and you see this with the cages [...] but you're never going to have that top as thick as the front." (Q2)</i></p>	<p><i>"We could do tremendous things with simple robots... if you had a tank platoon with two manned tanks and six robotic vehicles [...]" (Q6)</i></p> <p><i>"[...]Barracuda camouflage by Sweden [...] It's not 'the solution' but it is a step in the right direction, it reduces thermal, reduces optical[...]" (Q1)</i></p> <p><i>"Wouldn't it be interesting if every vehicle had a clone decoy [...] replicate the signal" (Q2)</i></p>	<p>Vulnerabilidades: <i>"Wheeled armored vehicles are better than nothing... but can't fight very long if you run into an enemy that has real track armored vehicles." (Q7)</i></p>
E7	<p><i>"Whatever people say will be here in 2030 will be here in 2035 or 2040. The only exception is that World War III will accelerate everything</i></p>	<p><i>"[...]large autonomous combat platforms will dominate the battlefield, squeezing out the need for dismounted infantry in the immediate combat zone."</i></p>	<p><i>"If you're going to redesign a vehicle, you must build it with masking built into it from the ground up – incorporating reduction in optical, thermal, acoustic</i></p>	<p><i>"We need to integrate AI-based systems with 360° camera arrays stitched together to provide real-time situational awareness,</i></p>	



	<i>really quickly. Ukraine has accelerated everything really quickly.” (Q1)</i>	<i>(Q2)</i>	<i>and electromagnetic signatures.” (Q4) “Also, the vehicle must be designed considering the weight-to-ground-pressure ratio, otherwise it risks getting stuck in muddy terrain.” (Q4)</i>	<i>reducing crew workload.” (Q3) “Moreover, developing counter-UAS measures, advanced camouflage solutions (Barracuda-like) and the possibility of operating partially in a ‘shutdown’ mode to reduce heat and noise emissions will be critical.” (Q3)</i>		
--	---	-------------	--	--	--	--



Apêndice H - Avaliação da sobrevivência da VBR PANDUR II 8X8

O presente apêndice tem como objetivo avaliar as vulnerabilidades da VBR *PANDUR II 8X8* face ao espectro de ameaças contemporâneas, com base na metodologia de *Integrated Survivability Assessment* de Guize (2004).

1. Características da VBR *PANDUR II 8X8* consideradas.

Quadro 14 – Características gerais da VBR *PANDUR II 8X8* consideradas

Caraterísticas da plataforma	Referências
– TDS. – Oito Lança granadas de fumo 76 mm (acionado automaticamente pelo TDS ou manualmente). – TIB.	(GD European Land Systems-Steyr GmbH, 2018)
– Sistema de proteção NBQR	(GD European Land Systems-Steyr GmbH, 2011)
– Blindagem sem placas <i>Add-on</i> (STANAG 4569): Casco nível 1e proteção 2a contra minas até 6 kg.	(GD European Land Systems-Steyr GmbH, 2017)
– Blindagem com placas <i>Add-on</i> (STANAG 4569): Casco nível 3 e proteção 2a contra minas até 6 kg.	(GD European Land Systems-Steyr GmbH, 2017)
– Características do Casco (espessura): frente – 7 mm; lateral:7 mm; retaguarda: 7 mm; topo:8 mm; inferior: 8 mm.	(GD European Land Systems-Steyr GmbH, 2016)

2. Ameaças consideradas e dados empíricos

Os dados foram extraídos de várias fontes, foi efetuado o cruzamento dessa informação e apurou-se um valor de referência que permitiu desenvolver a presente estimativa e estabelecer uma incidência relativa. Partiu-se do estudo de caso da contraofensiva Ucraniana de 2023, considerada entre junho e dezembro desse ano. Todos os dados foram obtidos a partir de fontes de *open source*.

A amostra considerada de perdas de viaturas blindadas com as características semelhantes à VBR *PANDUR II 8X8* no período em análise, incluiu um total de 1516 IFV destruídas e de 221 ICV.

A probabilidade de encontro por tipo de ameaça, bem como as ameaças consideradas, encontra-se no quadro seguinte:

Quadro 15 – Probabilidade de encontro

Ameaça	Probabilidade de encontro	Fonte
ACar (ATGM/RPG)	25%	(Clavilier & Gjerstad, 2025) (Defense express, 2023) (Felstead, 2023)
UAS armados/ sacrifício/ <i>loitering</i> <i>ammunitions</i>	61%	(Janovsky , Naalsio, Aloha, Dan, Kemal, & Black, 2024) (Johnson, 2025)
Artilharia	9%	(Lostarmour, 2025) (Ministry of Defence of Ukraine, 2025)
Minas Terrestres / IED	5%	(Nistorescu, 2024) (Cranny-Evans, 2024) (Yohann Michel, 2024)20/06/25 09:52:00

De seguida apresenta-se o quadro de suscetibilidade da VBR *PANDUR II 8X8* quando na presença destas ameaças.

Quadro 16 – Suscetibilidade da VBR *PANDUR II 8X8*

Ameaça	Probabilidade de suscetibilidade	Fontes	Racional
ACar (ATGM/RPG)	90%	(Lockheed Martin, 2025) (Cranny-Evans, 2024)	As capacidades de penetração de um ATGM <i>Kornet/Ataka</i> varia entre 950-1300 mm. A VBR <i>PANDUR II 8X8</i> oferece ≤ 50 mm na frente, lateral e topo mesmo com placas <i>add-on</i> . A <i>Lockheed Martin</i> reporta uma probabilidade de impacto de 94% do seu <i>Javelin</i> .



			Adotou-se a probabilidade de 90% devido às contramedidas (granadas de fumos) e detecção (TDS) da VBR <i>PANDUR II 8X8</i>
UAS armados/ sacrifício/ <i>loitering ammunitions</i>	70%	(Johnson, 2025) (Defense express, 2023)	Estatísticas atribuem entre 44–65% das destruições de viaturas blindadas a UAS/ <i>loitering ammunitions</i> . Considerou-se um UAS com uma carga de efeito dirigido equivalente a um RPG 7 de 3,5 Kg. Como o casco superior da <i>VBR PANDUR II 8X8</i> tem 8 mm de espessura e o RPG 7 é capaz penetrar cerca de 300 mm, acrescentou-se 5% ao valor, dado que a viatura não dispõe de contramedidas para estas ameaças.
Artilharia	45%	(Kempinski & Murphy, 2012)	A <i>VBR PANDUR II 8X8</i> tem uma proteção contra rebentamentos de artilharia de 155 mm, raio de dispersão de 100 m, ângulo – azimute 360° e elevação de 0° a 18°. Considera-se 45% devido a probabilidade de existir impactos dentro do raio letal para a viatura.
Minas Terrestres / IED	65%	(Kempinski & Murphy, 2012) (Yap, 2012, pp. 9–25) (Nistorescu, 2024)	A <i>VBR PANDUR II 8X8</i> protege de um rebentamento até 6 kg TNT, quando ocorre sobre um dos eixos. Não dispõe de casco forma de V para defletir explosão. Considera-se o valor de 65% devido as debilidades da viatura.

3. Cálculo da vulnerabilidade da VBR *PANDUR II 8X8* para cada ameaça

Segundo a metodologia de Guize (2004) a probabilidade de destruição (PD) é obtida por $P(D) = P(\text{Encontro}) \times P(\text{suscetibilidade})$.

Quadro 17 – Probabilidade de destruição da VBR *PANDUR II 8X8*

Tipo de Ameaça	P(Encontro)	P (Suscetibilidade)	P(D) – Prob. Destruição
Misseis ACar ATGM	0.25	0.90	0.21
UAS sacrificio	0.61	0.70	0.42
Artilharia	0.09	0.45	0.040
Minas / IED	0.05	0.65	0.032

4. Probabilidade de sobrevivência da VBR *PANDUR II 8X8*

Após a obtenção da probabilidade de destruição para cada ameaça, será apresentado a probabilidade de sobrevivência total da plataforma, assente na seguinte fórmula, $P(\text{Sobrevivência}) = (1 - P(\text{Destruição ameaça})) \times (1 - P(\text{Destruição ameaça})) \times \dots$.

Tendo em conta todos os dados apurados a Probabilidade de sobrevivência da *PANDUR II 8X8* é a seguinte:

$$P = (1 - 0,21) \times (1 - 0,42) \times (1 - 0,040) \times (1 - 0,032).$$

$$P = 0,79 \times 0,58 \times 0,96 \times 0,968$$

$$P = 0,425$$

A probabilidade de sobrevivência da VBR *PANDUR II 8X8* no caso de estudo apresentado é de cerca de 42%, o que implica um risco agregado aproximadamente 58% de a viatura ser atingida, danificada ou destruída por, pelo menos, uma das ameaças. O risco agregado é calculado com base na fórmula: $\text{Risco agregado} = 1 - P(\text{Sobrevivência})$.



Apêndice I - Matriz SWOT

Quadro 18 – Matriz SWOT

		Ambiente Interno	
		S Potencialidades	W Vulnerabilidades
		<p>S1 – Plataforma já implementada no EP, com um número significativo de unidades no EP que permite redução de custo na modernização, beneficiando da experiência consolidada em teatros de operações</p> <p>S2 – Viatura estruturante da FTPG</p> <p>S3 – Versatilidade da família de viaturas (nove versões em operação no EP)</p> <p>S4 – Boas capacidades de transporte e mobilidade operacional e tática</p> <p>S5 – Valorização tecnológica através de modernização</p>	<p>W1 – Ausência de programas de modernização desde a sua aquisição (obsolescências)</p> <p>W2 – Desatualizada tecnologicamente face às ameaças contemporâneas (proteção, letalidade, sensores, sistemas C-UAS).</p> <p>W3 – Proteção e sobrevivência limitada face as ameaças presentes no espaço de batalha atual e futuro</p> <p>W4 – Letalidade reduzida nas versões ICV e IFV (sem capacidade de Car)</p> <p>W5 – Arquitetura eletrônica e de comunicações limitada para integração de novos sistemas</p> <p>W6 – Sustentação logística dependente de fornecedores externos, com cadeia de fornecimento pouco robusta</p> <p>W7 – Reduzida Modularidade</p>
Ambiente Interno	O Oportunidades	<p>O1 – Enquadramento financeiro previsto na LPM até 2034 para modernização de forças terrestres</p> <p>O2 – Disponibilidade crescente de tecnologias modulares (sistemas RCWS, sensores, IA, blindagens ativas)</p> <p>O3 – Compromissos Internacionais Nacionais com projeção de VBR <i>PANDUR II 8X8</i>, aumento da importância das VBR 8x8 em termos nacionais</p> <p>O4 – Versatilidade das VBR <i>PANDUR II 8X8</i> para atuar em vários cenários operacionais</p> <p>O5 – Potencial para o desenvolvimento industrial nacional no apoio à manutenção e modernização da plataforma.</p>	<p>LA.01 Modernização da plataforma VBR <i>PANDUR II 8X8</i> (até 203) (O1, O2) X (S1, S4, S5)</p> <p>LA.02 Consolidar a VBR <i>PANDUR II 8X8</i> como vetor de interoperabilidade e projeção internacional (O3, O4) X (S2, S3, S4)</p> <p>LA.03 Proceder ao MLOH e MLU para corrigir fragilidades técnicas e tecnológicas da VBR <i>PANDUR II 8X8</i> (até 2034) (O2, O5) X (W1, W2, W3, W4, W5)</p> <p>LA.04 Reforçar a autonomia logística da VBR <i>PANDUR II 8X8</i> potencializando indústria nacional (até 2034) (O5) X (W1, W6)</p>
	T Ameaças	<p>T1 – Rápido avanço tecnológico torna soluções atuais rapidamente se tornam obsoletas.</p> <p>T2 – Restrições orçamentais podem limitar o alcance do programa de modernização.</p> <p>T3 – Novas ameaças (UAS armados, munições <i>top-attack</i>, sistemas C-UAS) exigem capacidades ainda inexistentes na plataforma.</p> <p>T4 – Espaço de batalha do futuro exige elevada adaptabilidade.</p> <p>T5 – Inviabilidade de modernização da Plataforma para ir ao encontro das necessidades do EB do futuro</p>	<p>LA.05 Usar a robustez da frota atual para mitigar riscos orçamentais e concorrência (T2, T5) X (S1, S3, S5)</p> <p>LA.06 Usar a plataforma existente para acelerar o ciclo de adaptação tecnológica (T1, T4, T5) X (S1, S5)</p> <p>LA.07 Modernização dirigida a áreas tecnologias consolidadas (T1, T2) X (W1, W2, W3, W4)</p> <p>LA.08 Integrar sistemas defensivos ativos para colmatar lacunas de sobrevivência (T3, T4) X (W1, W2)</p> <p>LA.09 Aquisição de nova Plataforma VBR 8X8 que vá ao encontro das necessidades do EB do futuro (T1, T3) X (W1, W2, W3, W4, W5, W7)</p>