



ACADEMIA MILITAR

O paradigma do Carro de Combate no futuro: Desafios e Dimensões tecnológicas

Autor: Aspirante de Cavalaria Inês Catarina Vilela Assunção de Magalhães e Andrade

Orientador: Tenente-Coronel de Cavalaria Tiago Alexandre Gomes Fazenda

Coorientador: Capitão de Cavalaria Nuno Miguel de Melo Oliveira da Silva

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Cavalaria

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2023



ACADEMIA MILITAR

O paradigma do Carro de Combate no futuro: Desafios e Dimensões tecnológicas

Autor: Aspirante de Cavalaria Inês Catarina Vilela Assunção de Magalhães e Andrade

Orientador: Tenente-Coronel de Cavalaria Tiago Alexandre Gomes Fazenda

Coorientador: Capitão de Cavalaria Nuno Miguel de Melo Oliveira da Silva

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Cavalaria

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2023

EPÍGRAFE

“You never change things by fighting the existing reality. To change something, build a new model that makes the existing model obsolete.”

R Buckminster Fuller

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, no qual me revejo e cujo sonho eu cumpro pelos dois.
À minha mãe, que tanto admiro e cuja sensatez e força são inabaláveis.
 À minha Avó, que me guia e guiará sempre.
Ao meu namorado, guerreiro destemido de quem tanto me orgulho.

AGRADECIMENTOS

Estas linhas são dedicadas a todos os que, desde sempre e durante o processo da elaboração do TIA, me apoiaram e me aconselharam para que surgisse um trabalho inovador, resultando num tema válido e de qualidade. Agradeço assim,

Ao meu Orientador, Tenente-Coronel de Cavalaria Tiago Fazenda, por me ter motivado e encorajado a seguir a linha de investigação, materializada pela escolha do tema. Por se ter mostrado incansável e disponível, a qualquer hora, prescindindo do seu tempo pessoal, para que deste trabalho resultasse uma investigação com uma abordagem “fora da caixa”. Mostrou-se, constantemente, um “braço direito” e um impulsionador de visões diferentes e originais. Os seus contributos foram reveladores e essenciais, vertidos na qualidade do trabalho presente.

Ao meu Coorientador, Capitão de Cavalaria Nuno Silva, que me despertou, assiduamente, para novas formas de encarar esta temática. O seu apoio foi crucial para o constante desenvolvimento do trabalho. Presente em todas as etapas do processo e revelando interesse pessoal no tema, todos os conselhos foram absorvidos e passados para o papel. Apesar das suas obrigações profissionais o terem colocado numa posição difícil, a nível de limitação de tempo, nunca descuro das suas funções de coorientador, mostrando-se acessível a responder a qualquer dúvida exposta.

Aos entrevistados, nomeadamente o Tenente-General Marco Serronha, o Major-General Carlos Branco, o Tenente-Coronel de Artilharia Simão Sousa, o Tenente-Coronel de Engenharia Mário Martinho, o Tenente-Coronel de Infantaria Ricardo Silva, o Major de Engenharia João Marques, o Major de Artilharia Almeida Carqueijo, o Capitão Ignácio García-Gutiérrez, o Doutor Nuno Rogeiro, por me terem dedicado um pouco do seu tempo, que sei ser escasso. Todos os contributos foram imprescindíveis e enriquecedores para levar a investigação a “bom porto”. Sem os seus conhecimentos, o trabalho não teria atingido patamares essenciais, nesta área.

Ao meu Mestre de equitação, Major de Cavalaria Tiago Pires, que tanto admiro e respeito, por me ter ensinado o verdadeiro significado do conjunto cavaleiro-cavalo. Por sempre ter acreditado em mim enquanto cavaleira, tendo colocado sempre as expectativas altas para que o nível de sucesso alcançado, até então, fosse constantemente superado.

Ao Capitão de Cavalaria Daniel Valério, por ter dedicado grande parte do seu tempo pessoal a transmitir os seus conhecimentos e experiência a todo o curso. Por sempre se ter

mostrado disponível a tirar qualquer dúvida e por ter contribuído com todo o seu “saber” militar, ao longo de todo este processo.

À Professora Doutora Ana Romão, por se ter mostrado disponível no esclarecimento de dúvidas relativas à metodologia empregue.

Ao meu curso de Cavalaria, por me ter acompanhado durante todo o percurso. Desde o ultrapassar de obstáculos e momentos menos fáceis aos momentos mais engraçados e inesquecíveis.

De uma forma muito especial e com grande carinho, agradecer à minha família, incluindo o tio Rui Neumann, ao meu namorado e aos meus amigos mais próximos, sem os quais a minha vida não seria repleta de felicidade, aventuras e experiências. Fizeram e fazem parte da minha evolução pessoal e profissional, tendo acompanhado a minha jornada do início ao fim, ensinando-me a retirar os prazeres de uma “rosa com espinhos”.

RESUMO

O campo de batalha moderno está a ser moldado por uma heterogeneidade de tecnologias emergentes e disruptivas, que estão a revolucionar a forma de como a guerra é travada. O futuro do Carro de Combate está intrinsecamente ligado e sujeito à evolução crescente e palpável da tecnologia.

O presente trabalho de investigação tem como objetivo perspetivar o conceito do Carro de Combate no futuro, assente nos avanços tecnológicos, que estão a impulsionar a letalidade no campo de batalha. O trabalho consiste em analisar a influência e o impacto das tecnologias emergentes e disruptivas no Carro de Combate e de que forma este se poderá adaptar, modernizar e aperfeiçoar para colmatar as suas vulnerabilidades e aprimorar as suas capacidades. A abordagem desta temática, assente numa metodologia indutiva, passou pela identificação das dimensões tecnológicas, na atualidade e no futuro, verificando-se como tecnologias emergentes e disruptivas com implicações no Carro de Combate os Sistemas Autónomos, a Inteligência Artificial, o *Big Data*, a Robótica, o Espaço, a Tecnologia Quântica, as Armas de Energia Dirigida e os Materiais Avançados. Com o foco nos desafios para o Carro de Combate no futuro, evidenciou-se que, o mesmo dependerá da evolução das suas capacidades, concretizando a mobilidade e adaptabilidade, o poder de fogo e letalidade, a proteção e sobrevivência, a conectividade e a autonomia.

Através da revisão de literatura e de entrevistas semiestruturadas, concluíram-se três possíveis ramificações, pelas quais a prospetiva do Carro de Combate do futuro se poderá encaminhar. Este poderá evoluir nos seus sistemas ofensivos, defensivos, ativos e passivos através da integração de contramedidas tecnologicamente avançadas contra as ameaças emergentes e disruptivas; o Carro de Combate no futuro poderá integrar meios terrestres e/ou aéreos complementares, como veículos terrestres não tripulados e *drones*; ou o Carro de Combate sofrerá uma total transfiguração física, originando um Carro de Combate robotizado e autónomo.

Apurou-se, com implicações de aplicabilidade em futuras investigações, a conveniência de elaborar projetos concernentes à reestruturação doutrinária e à adaptação de técnicas, táticas e procedimentos do Carro de Combate perante a evolução das tecnologias emergentes e disruptivas, bem como ao papel da guarnição no futuro Carro de Combate.

Palavras-chave: Ameaça; Carro de Combate; Futuro; Proteção; Tecnologia Emergente e Disruptiva.

ABSTRACT

The modern battlefield is being shaped by a variety of emerging and disruptive technologies that are revolutionizing the way wars are fought. The future of the Main Battle Tank is intrinsically linked and subordinate to the palpable and increasing evolution of technology.

This research aims to provide a perspective on the concept of the Main Battle Tank in the future, based on the technological advances that are driving lethality on the battlefield. The work consists on analyzing the influence and impact of emerging and disruptive technologies on the Main Battle Tank and how it can adapt, modernize and improve to address its vulnerabilities and enhance its capabilities. The approach to this theme, based on an inductive methodology, involved the identification of technological dimensions in the present and future, identifying emerging and disruptive technologies such as Autonomous Systems, Artificial Intelligence, Big Data, Robotics, Space, Quantum Technology, Directed Energy Weapons, and Advanced Materials, which affect Main Battle Tank. Focusing on the challenges posed by these technological dimensions for future Main Battle Tank, it becomes clear that it will depend on the evolution of its capabilities, specifically in terms of mobility and adaptability, firepower and lethality, protection and survivability, connectivity, and autonomy.

Through the literature review and semi-structured interviews, three possible ramifications were concluded for the prospective of the future Main Battle Tank. The future Main Battle Tank could evolve in its offensive, defensive, active, and passive systems through the integration of technologically advanced countermeasures against emerging and disruptive threats. The future Main Battle Tank could integrate complementary ground and/or air means, such as unmanned ground vehicles and drones. Or, the Main Battle Tank could undergo a total physical transformation, resulting in a robotic and autonomous Main Battle Tank.

As implications for future research, it was found necessary to develop projects concerning doctrinal restructuring and the adaptation of Main Battle Tank techniques, tactics, and procedures to the evolution of emerging and disruptive technologies, as well as the importance of the role of the crew in the future Main Battle Tank.

Keywords: Threat; Main Battle Tank; Future; Protection; Emerging and Disruptive Technology.

ÍNDICE GERAL

EPÍGRAFE	i
DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE QUADROS	x
LISTA DE APÊNDICES	xi
LISTA DE ANEXOS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS	xii
INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1. ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL	3
1.1. Doutrina no Enquadramento Histórico-Militar do Carro de Combate	3
1.2. As Ilações da Guerra Russo-Ucraniana	4
1.3. Conflitualidade no contexto de Tecnologias Emergentes e Disruptivas	5
1.4. Paradigma atual do Carro de Combate e os desafios para o futuro	7
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA, MÉTODOS E TÉCNICAS	8
2.1. Modelo de Análise	8
2.2. Método de Abordagem da Investigação e Justificação	8
2.3. Estratégia de Investigação.....	10
2.4. Fontes e Técnicas de Recolha de Dados e Instrumentos de Investigação	10
2.5. Análise Documental.....	11
2.6. Procedimentos Formais e Éticos das Entrevistas.....	11
2.6.1. Caracterização dos Entrevistados.....	12

CAPÍTULO 3. DIMENSÕES TECNOLÓGICAS: ATUALIDADE E PROSPETIVA.....	12
3.1. Sistemas Autônomos.....	13
3.1.1. Sistemas Aéreos Não Tripulados e os <i>Drones</i>	13
3.1.2. Veículos Terrestres Não Tripulados	14
3.2. Inteligência Artificial, <i>Big Data</i> e Robótica	16
3.3. Espaço e Tecnologia Quântica.....	18
3.4. Armas de Energia Dirigida	18
3.5. Materiais Avançados.....	19
3.6. Síntese Conclusiva.....	19
CAPÍTULO 4. DESAFIOS PARA O CARRO DE COMBATE NO FUTURO À LUZ DO NOVO PANORAMA TECNOLÓGICO	20
4.1. Mobilidade e Adaptabilidade.....	20
4.2. Poder de Fogo e Letalidade	21
4.3. Proteção e Sobrevivência.....	22
4.3.1. Proteção Passiva.....	22
4.3.2. Proteção Reativa	23
4.3.3. Proteção Ativa.....	23
4.4. Conectividade	25
4.4.1. Compreensão Situacional do Espaço e Inteligência Artificial.....	25
4.4.2. Contramedidas Eletrônicas, Ciberdefesa e Tecnologia Quântica	27
4.5. Autonomia	29
4.5.1. Vetor Aéreo e Vetor Terrestre em Apoio ao Carro de Combate	29
4.6. Projetos	31
4.7. Síntese Conclusiva.....	33
CAPÍTULO 5. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ...	34
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

APÊNDICES	LVIII
ANEXOS	LXXIV

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Grau Crítico das tecnologias no CC.....	36
Figura 2 – Contramedidas para potenciar a sobrevivência do CC	38
Figura 3 – Capacidades do VTNT.....	LXXIV
Figura 4 – Unmanned mini-tank.....	LXXIV
Figura 5 – AbramsX	LXXV
Figura 6 – M1 Abrams testado com IA, integrando o ATLAS	LXXV
Figura 7 – Funcionamento do SPA.....	LXXVI
Figura 8 – Conceito de um CC autónomo no futuro	LXXVI

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Objetivo Geral e Objetivos Específicos	8
Quadro 2 – Pergunta de Partida e Perguntas Derivadas	8
Quadro 3 – Modelo de Análise.....	LVIII
Quadro 4 – Corpo de Conceitos	LX
Quadro 5 – Classificação dos Entrevistados.....	LXII
Quadro 6 – Síntese das Entrevistas do Guião da Entrevista.....	LXIV

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Modelo de Análise

Apêndice B – Corpo de Conceitos

Apêndice C – Classificação dos Entrevistados

Apêndice D – Declaração de Consentimento Informado

Apêndice E – Guião da Entrevista

Apêndice F – Síntese das Entrevistas

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Sistemas Não Tripulados e o Carro De Combate

Anexo B – Funcionamento do Sistema de Proteção Ativa

Anexo C – Conceito do Carro de Combate no Futuro

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ACar – Anticarro

AED – Arma de Energia Dirigida

AM – Academia Militar

APA – *American Psychological Association*

ARV – *Armed Robotic Vehicle*

ASCALS – *Adaptative Smart Camouflage for Land Systems*

ASPIS – *Advanced Shielding Platform Integrated System*

ATGM – *Anti-Tank Guided Missile*

ATLAS – *Advanced Targeting and Lethality Aided System*

ATRIT – *Automatic Threat Recognition, Identification and Targeting*

CB – Campo de Batalha

CC – Carro de Combate

CEMGFA – Chefe do Estado-Maior-General das Forças Armadas

CS – Compreensão Situacional

C-UAS - *Counter Unmanned Aerial System*

CUGS - *Combat Unmanned Ground Systems*

DAAe – Defesa Antiaérea

EDA – *European Defence Agency*

EME – Estado-Maior do Exército

EMGFA – Estado-Maior-General das Forças Armadas

EP – Exército Português

ERA – *Explosive Reactive Armour*

EUA – Estados Unidos da América

GE – Guerra Eletrónica

GPS – *Global Positioning System*

HEAT – *High Explosive Anti-Tank*

HESH – *High Explosive Squash Head*

HyMUP – *Hybrid Manned-Unmanned Platooning*

IA – Inteligência Artificial

IED – *Improvised Explosive Devices*

In – Inimigo

LARs – *Lethal Autonomous Robots*

LM – *Loitering Missile*

MUSS - *Multi-Functional Self-Protection System*

NASAMS – *National/Norwegian Advanced Surface to Air Missile System*

NATO – *North Atlantic Treaty Organization*

NERA – *Non-Energetic Reactive Armor*

NLAW – *Next generation Light-tank Weapon*

OE – **O**bjetivo **E**specífico

OECD - *Organization for Economic Cooperation and Development*

OG – **O**bjetivo **G**eral

OTAN – **O**rganização do **T**ratado **A**tlântico **N**orte

PASEI – *Protection Against Enemy Interference*

PD – **P**ergunta **D**erivada

PDE – **P**ublicação **D**outrinária do **E**xército

PESCO – *Permanent Structured Cooperation*

PP – **P**ergunta de **P**artida

RCAAP – **R**epositório **C**ientífico de **A**cesso **A**berto de **P**ortugal

RPG - *Rocket Propelled Grenade*

SANT – **S**istemas **A**éreos **N**ão **T**ripulados

SARP – **S**istemas de **A**eronaves **R**emotamente **P**ilotadas

SciELO – *Scientific Electronic Library Online*

SPA – **S**istema de **P**roteção **A**tiva

SOFREP – *Special Operations Forces Report*

TB 2 UCAV – *Turkish Bayraktar Unmanned Combat Aerial Vehicle*

TED – **T**ecnologia **E**mergente e **D**isruptiva

TIA – **T**rabalho de **I**vestigação **A**plicada

TIGR – *Transportable Interoperable Ground Robot*

TO – **T**eatro de **O**perações

UAV – *Unmanned Aerial Vehicles*

UE – **U**nião **E**uropeia

UGVs – *Unmanned Ground Vehicles*

VANT – **V**eículo **A**éreo **N**ão **T**ripulado

VANT-C – **V**eículo **A**éreo **N**ão **T**ripulado de **C**ombate

VCR – **V**eículo de **C**ombate **R**obótico

VTNT – **V**eículo **T**errestre **N**ão **T**ripulado

INTRODUÇÃO

O Trabalho de Investigação Aplicada (TIA) está integrado na área científica da organização e tática, centrado na temática do Carro de Combate (CC) direcionado às tecnologias emergentes e disruptivas (TED), e bem assim, na estrutura curricular dos cursos ministrados pela Academia Militar (AM), especificamente no curso de Ciências Militares, na especialidade de Cavalaria, tendo como título “O paradigma do Carro de Combate no futuro: Desafios e Dimensões tecnológicas”.

Com o presente TIA pretende-se perspetivar e conceber uma visão do CC, no futuro, à luz das dimensões tecnológicas e dos desafios, assentes na evolução do campo de batalha (CB) e das TED. Ao analisar o futuro do CC, no novo cenário crítico e tecnologicamente avançado, e tendo em consideração as suas capacidades e vulnerabilidades nestes mesmos conflitos atuais, é necessário entender-se que a exigência de aperfeiçoamento, tanto quanto à doutrina, como ao próprio CC, se torna crucial. Assim sendo, o CC terá de ser capaz de se adaptar e de se constituir como uma mais-valia no combate de guerra moderna, fazendo face às ameaças tecnológicas emergentes e disruptivas. Com a expansão recente e crescente de armas inteligentes, os CC têm sido postos à prova num contexto de ameaças multidimensionais, colocando-o e à sua guarnição sob constantes testes de resiliência. A sobrevivência do CC dependerá do desenvolvimento de sistemas de proteção, posicionando-se como o ponto vital da sua *performance*.

O CC tem vindo a ser alvo de debate, levantando-se questões quanto ao rumo que deverá tutelar. Seguindo esta linha de raciocínio estabeleceu-se o seguinte objetivo geral (OG): Analisar a adaptação do Carro de Combate às tecnologias emergentes e disruptivas. Determinado o OG, a seguinte pergunta de partida (PP) foi formulada: **“De que forma o Carro de Combate se pode moldar face às tecnologias emergentes e disruptivas?”**

Desta forma, foram estabelecidos objetivos específicos (OE), de maneira a contribuir para a esquematização do trabalho.

OE 1: Caracterizar as dimensões das tecnologias emergentes e disruptivas dada a conflitualidade atual;

OE 2: Compreender o impacto das tecnologias emergentes e disruptivas no Carro de Combate;

OE 3: Caracterizar as contramedidas e implementações tecnológicas no Carro de Combate para neutralização das ameaças emergentes e disruptivas;

OE 4: Caracterizar as implementações tecnológicas emergentes e disruptivas no Carro de Combate para aprimoramento das suas capacidades.

De salientar a relevância deste TIA, no tempo presente, já que o conceito do CC se apresenta como sendo intemporal; contudo é, de igual modo, objeto constante de estudo e revisão. Torna-se medular explorar de que modo este meio de combate pode ser modernizado para se adaptar à dimensão tecnológica. Seja para fazer face às novas adversidades impostas pelo avanço das TED, através de medidas de mitigação; seja pela implementação destas mesmas tecnologias no próprio CC, enquanto medidas de aprimoramento das suas capacidades. O âmago desta investigação correlaciona-se com a definição imposta pela European Defence Agency (EDA), que se alia à European Defence Fund, explanando as TED como tecnologias, que podem implicar mudanças significativas de paradigma no conceito e na condução de conflitos.

Esta investigação constitui um *plus* a grande parte dos trabalhos sobre este tema, que carecem de propostas e sugestões específicas para aprimorar e potencializar o CC, no panorama tecnológico. Revela-se inovador pelo facto de procurar propor possíveis soluções para o enquadramento do CC no novo cenário, através de pesquisas, processamento e interpretação de dados, provenientes da revisão de literatura e realização de entrevistas a especialistas, entendidos na temática. Acresce ainda que, na medida em que estamos a assistir, em direto, à evolução constante de ameaças tecnológicas, este trabalho de investigação pode estabelecer uma base de partida para investigações vindouras.

O trabalho está estruturado em três partes fundamentais. Uma primeira parte referente ao enquadramento histórico e evolutivo do CC e à doutrina aplicada a este meio de combate até ao conflito Rússia-Ucrânia, bem como à explicação de conceitos e ilações relevantes no decorrer do trabalho, ilustrando o “estado da arte”. A segunda parte espelha e caracteriza as TED, que possuem um impacto no CC, manifestando numa nova dimensão altamente tecnológica, com a qual o CC terá de se deparar. Tem como desígnio elucidar sobre o panorama tecnológico que se tem instalado. A última parte está alicerçada nas medidas e contramedidas que o CC poderá implementar para neutralização das ameaças e para aprimoramento das suas capacidades. Assinala, ainda, projetos e eventuais *upgrades* para colmatar determinadas carências no CC relativas ao espectro vanguardista. Com foco na visão do conceito de armas combinadas e, analogamente, no binómio CC-Infantaria, surge a nova ideia do binómio *CC-Robot*, tencionando-se, neste mesmo capítulo, perspetivar a conceção do CC, tendo em vista este desafio.

CAPÍTULO 1. ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL

1.1. Doutrina no Enquadramento Histórico-Militar do Carro de Combate

Observamos o CC, desde a primeira Guerra Mundial, caracterizada por guerras convencionais em espaços abertos, aplicado na posição de ataque *Bewegungskrieg*¹ e colocado no *Schwerpunkt*² da batalha. Tinha como função principal fazer face às armas ligeiras do adversário, ultrapassando obstáculos como trincheiras, conferindo poder de fogo, choque e manobrando “com surpresa, em massa, numa frente ampla”³ (Citino, 1999, p. 22). O século XXI, por um outro lado, caracteriza-se por uma evolução tecnológica constante e novos cenários no CB multidimensional (O’Meara, 2014).

Atualmente, o CC pode ser disposto num plano distinto, apresentando-se enquanto binómio Carro de Combate-*Robot* (Scharre, 2018). Saliencia-se a relevância do CC num sistema de armas combinadas, pois, em conjunto com as diferentes armas e especialidades, resulta na potencialização do desempenho e da sobrevivência e na redução das vulnerabilidades (House, 2001, p. 224) de cada “peça” constituinte deste “*puzzle* militar”.

1.1.1. Conflito de Nagorno-Karabakh

Neste subcapítulo destaca-se um exemplo, num passado recente, que espelha a imperatividade de reavaliar a doutrina e o conceito do CC na adaptação à realidade.

A disputa pela região de Nagorno-Karabakh entre a Arménia e o Azerbaijão, em 2020, revelou-se o primeiro conflito da era pós-moderna e um marco militar mundial pelo sucesso alcançado através de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) contra meios terrestres convencionais (Correia, 2018). A evolução na doutrina da Defesa Antiaérea (DAAe) da Força Terrestre alicerçada “no emprego de SARP armados de origem turca Bayraktar TB-2 e de plataformas remotamente pilotadas do tipo “Kamikaze” Harop, pelo Azerbaijão, estabeleceu um ponto de inflexão ... nos teatros de operações (TO) do Século XXI” (Eiriz, 2022, p. 151). De realçar que o Azerbaijão obteve a sua vitória pelas inúmeras vantagens que os SARP exibiram tanto nas tarefas de informação e aquisição de alvos, como na sua capacidade de longo alcance, permitindo a deteção, monitorização e destruição de alvos com elevada precisão, como foi o caso da destruição de cerca 185 CC (Eiriz, 2022). Surte a importância da defesa passiva, agregada à consideração de novas formas de

¹ Por *Bewegungskrieg* entende-se o princípio da ofensiva e guerra em movimento.

² Por *Schwerpunkt* entende-se o ponto crítico.

³ Tradução livre de Citino (1999, p. 22).

camuflagem, redução da assinatura térmica e eletrônica no CC, pois “as táticas das forças terrestres de dispersão e dissimulação devem ser revigoradas”⁴ (Shaikh & Rumbaugh, 2020).

O Azerbaijão obteve e divulgou, através dos Sistemas Aéreos Não Tripulados (SANT), imagens e vídeos que ilustraram a localização de plataformas de defesa aérea, de CC, de veículos de combate de infantaria, da artilharia e das tropas do exército armênio, tornando-os alvos tangíveis de abater (Guimarães, 2022). “Em termos de capacidades, parece claro que os sistemas operados remotamente oferecem a vantagem do poder aéreo, sensores e armas guiadas com precisão”⁵ (Kofman, 2020), tornando-se crucial a defesa aérea e a aquisição de sistemas de proteção contra *drones*. Contramedidas, que podem passar por interceptores cinéticos, *jammers* eletrônicos e *drones* de contra-ataque (Shaikh & Rumbaugh, 2020).

1.2. As Ilações da Guerra Russo-Ucraniana

Apurou-se, neste conflito, uma clara oposição entre o CC e as novas ameaças tecnológicas. Nos primeiros acontecimentos do conflito, “os ucranianos derrotaram os CC russos com facilidade, sinal de que a máquina talvez não fosse muito mais útil. No entanto, à medida que a guerra progrediu, autoridades de Kiev afirmaram que os CC seriam úteis e continuaram a solicitá-los aos aliados ocidentais”⁶ (Verma, 2022). No conflito atual, estima-se que a Rússia tenha perdido mais de 10 419 CC, segundo a fonte de informação *Oryx* (Mitzer et al., 2022).

Observa-se uma adesão aos CC, contrariando a ideia de que estes poderiam, eventualmente, ficar obsoletos. Os “especialistas militares estão de acordo: se a Ucrânia quiser levar a cabo uma ofensiva, estes carros de combate têm de estar presentes” (Rodrigues, 2023). Adiciona-se o fator de que o terreno ucraniano e russo é ideal para a progressão e manobra tática do CC, permitindo o avanço da ofensiva ucraniana sobre os territórios ocupados (AJLabs, 2023). O CC representa a combinação do poder de fogo, de precisão, mobilidade e choque, características essenciais neste conflito (Sullivan, 2023). É reconhecido no artigo de Suciú (2022), que o CC não se tornou uma relíquia do passado, uma vez que as suas capacidades “tradicionais” se têm demonstrado de uma grande utilidade em operações de ataque, quebrando posições do inimigo (In). Atuam como um meio capaz de operar contra uma ampla gama de alvos, em terrenos complexos. Suciú (2022) evidencia,

⁴ Tradução livre de Shaikh & Rumbaugh (2020).

⁵ Tradução livre de Kofman (2020).

⁶ Tradução livre de Verma (2022).

que, apesar de se mostrar um alvo fácil para *drones* armados, é necessário entender-se que muitos dos CC que sofreram danos e baixas foram aqueles que ainda não detinham sistemas de proteção modernizados. A destruição de colunas de CC e veículos blindados russos deveu-se, inicialmente, à infantaria ucraniana, equipada com mísseis anticarro (ACar), sequenciada por ataques de *drones* armados e, ainda, sistemas de artilharia rebocada e autopropulsionada (Rogeiro, 2022). Representando um escalar de consequências avassaladoras, no que concerne a todo o espectro das novas ameaças emergentes, em especial no CC, a Ucrânia e a Rússia estão a implementar o conceito de *drones* de reconhecimento e ataque. “A invasão russa da Ucrânia é uma demonstração evidente de como as novas tecnologias alteraram a guerra tradicional”⁷ (Tsereteli, 2022), integrando sistemas considerados o futuro das guerras modernas. As novas tecnologias demonstradas neste conflito, nomeadamente os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)⁸, estão a transformar a interação entre os humanos e as máquinas (Fontes & Kamminga, 2023). Os militares ucranianos utilizam *drones*, com câmaras de alta resolução, para fins de informação, vigilância, reconhecimento e ataque (Tsereteli, 2022). Estes meios aéreos têm-se mostrado uma grande ameaça aos CC, fazendo com que ambos os países estejam a implementar uma defesa antiaérea cada vez mais expressiva e com melhores sistemas antiaéreos.

1.3. Conflitualidade no contexto de Tecnologias Emergentes e Disruptivas

A perceção clara de ambos os conceitos, exige a distinção entre o ponto de vista da NATO⁹ e da EDA. De destacar o Apêndice B, que contém um quadro com conceitos e terminologias relevantes, sendo exemplo a TED, para uma melhor compreensão da temática.

No entendimento da NATO, esta separa os termos “emergente”, “disruptivo” e associa, ainda, o termo “convergente”. Define “emergente” como as “tecnologias ou descobertas científicas que se espera atingirem a maturidade no período de 2020 a 2040 e que não são amplamente utilizadas, atualmente, ou cujos efeitos na defesa, segurança e funções empresariais da Aliança não estão completamente claros” (NATO Science & Technology Organization, 2020, p. 6)¹⁰. As tecnologias emergentes desempenham um papel importante no conflito armado, por forma a ser criada uma vantagem sobre o In, explorando áreas, que incluem recursos cibernéticos, nanotecnologia, *human enhancement*, sistemas de armas autónomos, robótica e inteligência artificial (IA) (Jensen & Alcalá, 2019). Os mesmos

⁷ Tradução livre de Tsereteli (2022).

⁸ VANT corresponde aos *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV).

⁹ North Atlantic Treaty Organization, que corresponde à Organização do Tratado Atlântico Norte (OTAN).

¹⁰ Tradução livre de NATO Science & Technology Organization (2020, p. 6).

autores depreendem uma sensibilidade na abordagem a estas tecnologias emergentes por apresentarem desafios evidentes quanto à sua acessibilidade na aplicação militar, podendo escalar rapidamente o risco da sua utilização, inerente ao seu poder destrutivo. Todavia, é essencial a criação de ferramentas mais ágeis e otimizadas para trabalharem em conjunto com abordagens tradicionais (Marchant et al., 2013). A NATO apresenta o termo “disruptivo” como as “tecnologias ou descobertas científicas que se esperam ter um efeito importante, ou mesmo revolucionário, na defesa, segurança ou funções empresariais da NATO no período de 2020 a 2040”; e “convergente” como “uma junção de tecnologias que são combinadas de uma maneira nova para criar um efeito disruptivo”¹¹ (NATO Science & Technology Organization, 2020, p. 6).

Do prisma da EDA, linha de raciocínio pela qual o TIA se rege, esta encara as TED como tecnologias que se espera causarem “mudanças significativas nas regras ou no modo de conduzir conflitos dentro de uma ou mais gerações, revolucionando as futuras capacidades, estratégias e operações militares” (European Defence Agency, n.d.). A European Defence Fund especifica a “tecnologia disruptiva” como uma “tecnologia aprimorada ou completamente nova que traz uma mudança radical, incluindo uma mudança de paradigma no conceito e na condução de assuntos de Defesa, substituindo tecnologias de defesa existentes ou tornando-as obsoletas” (Clapp, 2022). Entende-se uma tecnologia que resulta numa mudança repentina que afeta tecnologias ou mercados já estabelecidos (Committee on Forecasting Future Disruptive Technologies et al., 2010), podendo influenciar, significativamente, o equilíbrio do poder global. Certas tecnologias são conhecidas por terem transposto, inesperadamente, outras já estabelecidas no domínio militar, assumindo um impacto duradouro em vários campos militares, desde a recolha de informação até à sua contribuição em combate real. “A necessidade de inovação disruptiva é mais sentida quando as soluções disponíveis são insuficientes, pois a liderança militar espera o desenvolvimento de novas tecnologias para fornecer soluções inovadoras para enfrentar ameaças emergentes” (Lele, 2019, p. 41).

Segundo a (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2023), os aliados transatlânticos procuram obter domínio tecnológico sobre outras potências, investindo neste tipo de tecnologia em aplicações militares, por forma a garantir a sua vantagem estratégica, tática e competitiva. As TED e as suas taxas de impacto exponencialmente crescentes “nas capacidades militares futuras são provavelmente o terreno

¹¹ Tradução livre de NATO Science & Technology Organization (2020, p. 6).

mais fértil para inovar” (NATO’s ACT, 2021), desafiando as condições para a sua incorporação na componente da Defesa.

1.4. Paradigma atual do Carro de Combate e os desafios para o futuro

“A afirmação de que os “Carros de Combate estão obsoletos” tem sido, repetidamente, designada de clichê”¹² (Katoch, 2022, p. 2). Segundo Katoch (2022), a melhor proteção que a infantaria pode ter é o CC. Todavia, a sua modernização é inevitável perante as novas ameaças. As vulnerabilidades do CC têm sido expostas no conflito russo-ucraniano, devido ao modo vertical de ataque de mísseis, que mostram a fragilidade da blindagem na parte superior do CC, danificando-o e tornando-o inoperável (Burgess, 2022). Importa salientar que grande parte das perdas de CC russos se deram por erros táticos no emprego deste meio e fraco planeamento, e não por puro defeito da máquina (Lee, 2022). Alguns especialistas americanos acreditam que não é uma questão de se discutir se o CC deve permanecer no CB, mas, sim, entender como este deve ser usado em coordenação com outros elementos das forças armadas (Britzky, 2022). Poucos são os sistemas de armas que oferecem a combinação do triângulo, mobilidade, poder de fogo e proteção, como o CC, que contribui, ainda, com agressividade, ofensiva e velocidade (Shamsunahar, 2020). Vários peritos militares revelaram no artigo de Suciú (2022) que declarar a obsolescência do CC é uma má interpretação dos factos, pois este mantém-se versátil e eficaz se for devidamente empregue.

O poder terrestre é indispensável para atingir objetivos estratégicos, atribuindo ao CC o *core* do combate (Muspratt, 2019a). Para tal, o mesmo autor indica que o CC deve sofrer alterações nas suas especificidades, de maneira a defrontar o multidomínio dos confrontos, aliando características como a mobilidade, adaptabilidade, letalidade, sobrevivência, conectividade e autonomia. Com a complexidade, diversidade e perigo do CB do futuro, o CC terá de cumprir novos requisitos, como inovar a sua blindagem e camuflagem; garantir a sua proteção, através de sistemas de proteção ativa modular; assegurar a conectividade, com sensores que permitam o comando e controlo, a compreensão situacional (CS) e a comunicação entre unidades terrestres e aéreas; e otimizar a autonomia e a sustentabilidade, para se manter uma máquina de guerra equilibrada, capaz de resistir a uma variedade de missões (Muspratt, 2019b).

¹² Tradução livre de Katoch (2022, p. 2).

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA, MÉTODOS E TÉCNICAS

Este capítulo visa enquadrar os procedimentos metodológicos, descrever e responder a um conjunto de aspetos que justificam a relevância desta investigação científica.

2.1. Modelo de Análise

O Apêndice A apresenta o modelo de análise com a respetiva PP assente no OG e a formulação das PD alicerçadas nos OE, para a construção do raciocínio. Enuncia, ainda, as dimensões, as variáveis, os indicadores e as técnicas de recolha de dados. De salientar que a delimitação do TIA se sustenta no raciocínio das TED estabelecido pela EDA.

Quadro 1 - Objetivo Geral e Objetivos Específicos

OG	Analisar a adaptação do Carro de Combate às tecnologias emergentes e disruptivas.
OE1	Caracterizar as dimensões das tecnologias emergentes e disruptivas dada a conflitualidade atual.
OE2	Compreender o impacto das tecnologias emergentes e disruptivas no Carro de Combate.
OE3	Caracterizar as contramedidas e implementações tecnológicas no Carro de Combate para neutralização das ameaças emergentes e disruptivas.
OE4	Caracterizar as implementações tecnológicas emergentes e disruptivas no Carro de Combate para aprimoramento das suas capacidades.

Fonte - Elaboração Própria

Quadro 2 – Pergunta de Partida e Perguntas Derivadas

PP	De que forma o Carro de Combate se pode moldar face às tecnologias emergentes e disruptivas?
PD1	Quais as ameaças emergentes e disruptivas dada a conflitualidade atual?
PD2	Qual o impacto das tecnologias emergentes e disruptivas atualmente conhecidas no Carro de Combate?
PD3	Que tipo de contramedidas e implementações tecnológicas devem ser integradas no Carro de Combate para neutralização das ameaças emergentes e disruptivas?
PD4	Que tipo de implementações tecnológicas emergentes e disruptivas devem ser integradas no Carro de Combate, que influenciem positivamente as suas capacidades?

Fonte – Elaboração Própria

2.2. Método de Abordagem da Investigação e Justificação

Podemos entender o método como o “entender o caminho, a forma, o modo de pensamento” (Freitas & Prodanov, 2013, p. 26). Nesta linha de raciocínio seguiu-se o

método de investigação qualitativa, com o intuito de adquirir “uma consciência absoluta e ampla do fenómeno em estudo” (Fortin, 1999, p. 22), através da problemática geral, da recolha dos dados em texto e da análise da realidade, do tratamento dos dados, e dos resultados reflexivos obtidos em resposta ao problema. “Na medida, com efeito, em que os métodos qualitativos procuram fornecer uma visão ‘por dentro’, é exigida aos investigadores uma flexibilidade e um envolvimento que não se encontram noutra tipo de estudos” (Moreira, 1994, p. 101). Demonstrou-se “a importância primordial da compreensão do investigador e dos participantes no processo de investigação” (Freitas & Prodanov, 2013, p. 173), por forma a observar, analisar e perceber a relação das dimensões tecnológicas com impacto nos CC, os desafios em formato de linhas de orientação e, posteriormente, como o CC poderá moldar o seu conceito físico e tecnológico, através de contramedidas a implementar ou resultando numa possível perspectiva de transfiguração do CC para adversar as TED.

Para a elaboração do TIA foi adotado o raciocínio indutivo, “que se baseia em análises de dados e de resultados sobre um fenómeno particular com o intuito de alcançar a generalização teórica” (Rosado, 2017, p. 118), começando “por uma observação para que, no final de um processo, se possa elaborar uma teoria” (Freixo, 2012, p. 104). Assente no empirismo ao “adotar a observação como procedimento indispensável para atingir o conhecimento científico” (Gil, 2008, p. 11), são retiradas ilações do caso particular da guerra Russo-Ucraniana sobre as TED com vista a obter o “estado da arte”, e, assim, adquirir um ponto de vista mais genérico direcionado à conceção do CC, a fim de alcançar conclusões mais profundas relativamente a contramedidas e mecanismos ofensivos e defensivos que este meio de combate poderá integrar para melhor se posicionar face aos desafios e oportunidades impostos pelas TED. Sendo esta investigação um estudo exploratório, de flexibilidade interpretativa, não foram determinadas hipóteses. Neste âmbito, o trabalho em questão tem como intenção contribuir para uma generalização da temática inovadora em causa, permitindo gerar, posteriormente, hipóteses em trabalhos futuros.

A finalidade da investigação passou por identificar um dos problemas que tem sido visível no CC, nomeadamente as vulnerabilidades das suas medidas de proteção. No contexto do cenário de guerra moderna é imperioso debater como é que o CC pode ser adaptado para fazer face aos obstáculos prescritos pela ascensão do mundo tecnológico. Este trabalho tenta colmatar a falta de propostas e sugestões relativas a esta temática, recolhendo informações pertinentes que possam mostrar métodos de garantir a futura sobrevivência do CC no CB.

2.3. Estratégia de Investigação

O processo de investigação comportou: a fase conceptual, ao escolher e formular um problema de investigação, rever a literatura pertinente, elaborar um quadro de referência, e enunciar o objetivo e as devidas questões de investigação; a fase metodológica, ao representar as ideias e o desenho de investigação mental num modelo de análise, conferindo à investigação uma direção e determinando o método e os procedimentos para obtenção das respostas às questões colocadas, através da definição de variáveis, indicadores e especialistas a entrevistar; e a fase empírica, ao apresentar e analisar os dados obtidos e interpretar os resultados (Freixo, 2012). A exploração da problemática materializou-se na PP, “uma interrogação explícita relativa a um domínio que se deve explorar com vista a obter novas informações” (Fortin, 1999, p. 51) e nas PD, ilustrando “as variáveis que serão descritas e as relações que possam existir entre elas” (Fortin, 1999, p. 101). A verificação consistiu na análise das informações retiradas da revisão de literatura e das entrevistas realizadas, pois uma “proposição só tem direito ao estatuto científico na medida em que pode ser verificada pelos factos” (Quivy & Campenhoudt, 1988, p. 25).

2.4. Fontes e Técnicas de Recolha de Dados e Instrumentos de Investigação

No que concerne à estrutura e formatação, o TIA tem por base a Norma de Execução Permanente 522/1.^a/AM, Normas para a Redação de Trabalhos de Investigação; e o estilo científico, as Normas da *American Psychological Association* (APA), da sétima edição, visando a devida elaboração de citações e referências bibliográficas.

Os dados primários, “pesquisados pelo investigador, com vista a satisfazer uma necessidade de informação presente e específica” (Sarmiento, 2008, p. 9), foram obtidos através de entrevistas semiformais ou semiestruturadas a indivíduos com conhecimentos na matéria. Os dados secundários, que “já existem e foram recolhidos, registados e analisados por outras pessoas” (Sarmiento, 2008, p. 9), surgiram da revisão de literatura. Desta forma, no decurso do trabalho, recorreu-se a fontes bibliográficas primárias, “constituídas por textos originais sem a interpretação de outros autores”, e secundárias, “constituídas por interpretações de outros autores sobre as fontes primárias” (Rosado, 2017, p. 124).

A opção metodológica permitiu uma maior validação dos dados através do enquadramento teórico e das entrevistas. Para tal, foi concebido o modelo de análise para identificar as dimensões, as variáveis, sistematizar os conceitos, os indicadores e as técnicas de recolha de dados.

2.5. Análise Documental

Para a construção do trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica, evidenciada, sobretudo, no primeiro, terceiro e quarto capítulos, por forma a perceber a realidade e destacar os fatores mais patentes do “estado da arte”.

A análise teve por base livros, artigos científicos em formato físico e digital, artigos de periódico e de jornal, trabalhos académicos, teses de mestrado, estudos e relatórios científicos e técnicos no âmbito das TED, e *websites*, bem como documentação militar portuguesa e estrangeira, nomeadamente manuais de doutrina da NATO, União Europeia (UE) e Publicações Doutrinárias do Exército (PDE) do Exército Português (EP). Foram, ainda, utilizadas bases de dados científicas como a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e o Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP).

2.6. Procedimentos Formais e Éticos das Entrevistas

Optou-se pelas entrevistas semiestruturadas, uma vez que deram uma maior flexibilidade ao entrevistado de responder às questões formuladas num guião, sem necessidade de se orientar por uma ordem específica, podendo, ainda, acrescentar informação adicional relativa ao tema (Sarmiento, 2008). O entrevistador tem a maleabilidade de fazer “certas perguntas principais mas é livre de alterar a sua sequência ou introduzir novas questões em busca de mais informação. O entrevistador tem, assim, possibilidade de adaptar este instrumento de pesquisa ao nível de compreensão e receptibilidade do entrevistado” (Moreira, 1994, p. 133).

Garantindo a componente ética, foi elaborada e aplicada uma declaração de consentimento informado, nomeadamente o Apêndice D, posteriormente, assinada pelo entrevistador e pelo entrevistado, especificando as condições da participação e salvaguardando os direitos do entrevistado. De acordo com as nove entrevistas realizadas, optou-se, conforme disponibilidade e preferência, pelo formato escrito, via *e-mail*; pela videoconferência, via *Webex* e *Teams*; e pela forma presencial. O guião, concretizado no Apêndice E, anexado ao termo de consentimento, contemplou a formulação de perguntas específicas e direcionadas à questão de investigação a ver respondida, e foi adaptado, especificamente, a cada grupo de entrevistados para que se apurassem as suas perceções quanto ao tema, havendo margem para informação adicional complementar, de elevada importância.

Foi permitida a gravação das entrevistas, contribuindo para um acompanhamento da qualidade das respostas mais factual, tendo sido o pedido de gravação de cada entrevista

explícito para “que a confidencialidade seja assegurada e que o entrevistado saiba que pode desligar o gravador” (Moreira, 1994, pp. 142–143), a qualquer momento. A síntese de cada entrevista está contemplada no Apêndice F.

2.6.1. Caracterização dos Entrevistados

No encadeamento desta temática, foi crucial a diversificação dos entrevistados, alguns envolvidos em projetos de grande responsabilidade relacionados com o tema, por forma a obter-se um conjunto de opiniões e perspetivas, nas várias áreas. Os distintos grupos de entrevistados, apresentados no Apêndice C, são constituídos por especialistas em assuntos militares, pertencentes à EDA, à NATO, ao EP (EME)¹³, ao EMGFA¹⁴ e ao Exército espanhol (BICC I/16); e por um investigador, autor e analista no âmbito de questões de Defesa e Segurança. Destacam-se as funções pelos mesmos desempenhadas: coordenação da Divisão da Repartição de Doutrina, Normalização e Lições Aprendidas; coordenação da Área da Repartição de Capacidades e representação no Grupo de Trabalho *Land Capability Group Land Engagement*, do *NATO Army Armaments Group*; *CapTech Land Moderator/Project Officer Land Systems Technologies*; Adjunto Militar do CEMGFA; e Auxiliar de Informações (AS-2). Dos militares entrevistados, observam-se os postos de Tenente-General, Major-General, Tenente-Coronel, Major e Capitão, atribuídos a diferentes armas como Infantaria, Artilharia e Engenharia.

CAPÍTULO 3. DIMENSÕES TECNOLÓGICAS: ATUALIDADE E PROSPETIVA

Ao longo da história, a NATO tem tido como prioridade crítica a inovação e a adaptação através do desenvolvimento da tecnologia, tendo consciência das múltiplas ameaças emergentes que põem em causa a supremacia e segurança da defesa de uma nação. Soare (2021, p. 2) expressa que “a crescente autonomia nas funções críticas dos sistemas militares promete mudar o modo como as guerras são travadas, quão rápido, onde e por quem”¹⁵. Despontam-se, assim, o raciocínio da EDA, que considera as seguintes TED: Sistemas Autónomos e Robótica, IA, *Big Data*, Espaço, Tecnologia Quântica, Armas de Energia Dirigida (AED), Materiais Avançados e Armas Hipersónicas (Clapp, 2022).

¹³ Estado-Maior do Exército.

¹⁴ Estado-Maior-General das Forças Armadas.

¹⁵ Tradução livre de Soare (2021, p. 2).

Dispensar-se-á a abordagem à Tecnologia Hipersónica, por não possuir, por enquanto, relevância para o CC, estando orientada, especificamente, para uma outra tipologia de alvos estratégicos.

3.1. Sistemas Autónomos

3.1.1. Sistemas Aéreos Não Tripulados e os *Drones*

Os métodos de “fazer guerra” estão a mudar de panorama, devido à utilização dos SANT, que tornam o contexto moderno mais letal. São direcionados para missões de reconhecimento, vigilância e deteção de alvos, tendo indicado, como já foi testemunhado no conflito de Nagorno-Karabakh, a localização exata de CC em condições de guerra (Hutchins, 2023). Uma tipologia de sistemas de armas com maior probabilidade de emergir enquanto sistemas completamente autónomos são os *drones* (Maslen et al., 2018). Têm como objetivo, a busca pré-determinada, procurando alvos específicos que se enquadrem nos parâmetros gerais estabelecidos pelos comandantes, podendo lançar várias munições, em simultâneo, representando um risco maior para os CC, devido à sua capacidade de atingir inúmeros CC (Maslen et al., 2018).

Têm sido elaborados planos para tornar os *drones* autónomos maiores, mais eficientes, inteligentes, com potencial para resistir a interferências e atingir mais alvos a grandes distâncias, incluindo veículos em movimento (Pitre, 2021). A Ucrânia tem vindo a usar pequenos *drones*, que demonstram grande eficácia enquanto “mini” bombardeiros com capacidade de destruir CC, como é explanado no octocópetro R-18 ucraniano, que eliminou CC russos (Danylov, 2022). A Aerorozvidka¹⁶ desenvolveu um sistema de IA melhor do que um operador humano na identificação de veículos, sinalizando-os automaticamente e transmitindo as coordenadas de *Global Positioning System* (GPS) exatas para o operador (Hambling, 2022). Hambling (2022) elucida que este poderá, de seguida, analisar o vídeo captado pelo *drone*, percecionando se os alvos são genuínos, e, caso se confirmem, ordenar ataques de artilharia, em tempo real. Porém, se o *drone* estiver armado, pode ser o mesmo a neutralizar a ameaça. Assume, também, a característica de navegação ótica, usando dados extraídos pelas câmaras do *drone* para calcular a localização do alvo, mesmo que o seu sinal GPS tenha sido intercetado. O *software* deste meio de ataque está a ser desenvolvido para permitir que o mesmo possua o modo “Kamikaze”, durante o qual o *drone* se torna numa

¹⁶ Aerorozvidka: equipa que promove a criação e implementação de capacidades militares robóticas e centradas em rede para as forças de segurança e defesa da Ucrânia.

loitering munition, capaz de se despenhar e “sacrificar” contra o alvo (Hambling, 2022). O designado *drone* “Kamikaze” ou *drone* de sacrifício é considerado um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), por se tratar de um explosivo teleguiado, de reduzido tamanho, que explode quando se dá o impacto. Uma alusão pode ser feita ao *drone* “Kamikaze” Switchblade, que descortinou como os *drones* podem atuar contra CC (*Special Operations Forces Report* [SOFREP], 2022). Um *drone* de combate pode ser usado para operações de informação, reconhecimento, aquisição de alvos e ataques de precisão, usando uma variedade de munições como mísseis ou bombas/minas em pontos de fixação (Towaha, 2018). É conhecido, de igual forma, como um Veículo Aéreo Não Tripulado de Combate (VANT-C) projetado, especificamente, para operações militares, fins ofensivos e defensivos, particularmente, ataques aéreos, reconhecimento e vigilância. Tem-se assistido a “enxames” de *drones* de combate, conseguindo atingir múltiplos alvos, espelhando um vislumbre da complexidade do emprego futuro de plataformas não tripuladas em larga escala (Katoch, 2021). No CB, deve-se considerar as consequências operacionais do “enxame”, dado que um comandante pode flexibilizar um conjunto de *drones*, com base nos dados retirados sobre ameaças prováveis, e acioná-lo para um ataque eletrônico ou um ataque específico contra CC (Kallenborn, 2021).

3.1.2. Veículos Terrestres Não Tripulados

Atualmente, os Veículos Terrestres Não Tripulados (VTNT) estão equipados com vários sensores, câmaras e outras tecnologias que permitem uma navegação em ambientes complexos, realização de tarefas e recolha de dados (Gadekar et al., 2023). Segundo Cruz (2011, p. 6), o VTNT é “uma plataforma (...) móvel e que se consegue movimentar no meio terrestre sem um ser humano a bordo, podendo ter módulos de missão letais ou não-letais. Cruz (2011) acrescenta que os VTNT podem ter variadas aplicações (Anexo A), nomeadamente garantir o alerta oportuno, por serem mais flexíveis e de menor dimensão comparativamente ao CC; reconhecer itinerários, material perigoso e desativar engenhos explosivos, observando eixos de aproximação; e retardar, defender e proteger unidades, auxiliando na regulação de fogos. O *Joint Robotics Program* (2004) revela que os VTNT conseguem aumentar a *performance* da missão, a eficácia do combate e a segurança humana, uma vez que podem ser concebidos para deteção, neutralização, abertura de brechas, reconhecimento, vigilância, aquisição de alvos, destruição de engenhos explosivos, patrulhas, implantação de cargas explosivas, gerarem cortinas de fumos, empregar armas, operações em áreas contaminadas e perigosas e guerra eletrónica (GE). O resultado

demonstrará um sistema que permitirá às forças detetar, observar, entender e agir primeiro, empenhando-se decisivamente, bem antes do CC. Ou seja, na posse do In permite que sejam VTNT a estabelecer primeiro contacto com os CC de forças amigas, salvaguardando os CC deles.

Estão a ser desenvolvidos dois possíveis oponentes ao CC. O VTNT russo, Uran-9, de lagartas, com capacidade de transportar uma panóplia de sistemas de armas, para derrotar os principais CC adversários e alvos blindados (Army Technology, 2016). Os seus sistemas incluem meios para identificação de alvos, suportada por *lasers* óticos, visão térmica e câmaras integradas com IA para distinção das unidades amigas do In. Num outro setor, o Heidar-1, iraniano, projetado para ser eficaz contra o CC, estando incumbido de explodir a parte inferior do mesmo (Andersson, 2022). Em desenvolvimento, encontra-se, igualmente, o Marker, um VTNT robótico ACar, de origem russa, que dispõe de recursos de reconhecimento baseados em IA (Army Technology, 2023a). O sistema inteligente de reconhecimento está habilitado a comunicar com *robots* terrestres e programado para ser equipado com meios anti-*drone*, através de interferência eletrónica e redes de captura (Bisht, 2023), e mísseis ACar (Marques, 2023), conseguindo destruir, possivelmente, CC como o Abrams e o Leopard (Tucker, 2023). Por meio de pulsos eletrónicos e captura de *network features*, este consegue identificar e alertar sobre intrusos, veículos motorizados e veículos aéreos. Acrescenta-se que este sistema apresenta duas variantes, a versão de reconhecimento, cujo sistema de controlo poderá permanecer inalterado perante ataques eletrónicos, e a versão de combate, equipada com mísseis ACar e um sistema, que contém imagens de alvos, auxiliando na determinação automática do equipamento das forças adversárias (Army Technology, 2023b).

Os *robots* de grande escala, *Robotic Armored Assault System* e o *Armed Robotic Vehicle* (ARV), estão em desenvolvimento pelo exército dos Estados Unidos da América (EUA) e são capazes de disparar mísseis ACar Hellfire (Grabianowski, 2022). Estas máquinas permitem aumentar a agilidade estratégica de um exército, contrariando as limitações dos CC que levam mais tempo a manobrar e a reagir contra ameaças. O protótipo do veículo de combate não tripulado incorpora avanços estratégicos significativos na elevada mobilidade, eficiência e resiliência, necessárias para o sucesso da missão (Global Security, n.d.).

Duas grandes empresas, Roboteam e Smartshooter, apresentam um VTNT de tamanho médio altamente móvel, capaz de operar em qualquer terreno e clima, o *Transportable Interoperable Ground Robot* (TIGR) (Roboteam, 2023). Este *robot* tático

terrestre com tecnologia SMASH¹⁷ garante precisão letal, defesa aérea contra *drones*, e a “sobrevivência das forças táticas, fornecendo-lhes a capacidade de atingir alvos terrestres, aéreos, em movimento ou estacionários, a uma distância segura” (Roboteam, 2023).

Grabianowski (2022) aponta para VTNT que conseguem ser tanto letais como sobreviver mais facilmente ao cenário de guerra moderno. Ao possuírem uma assinatura física menor, conseguem mitigar a detecção, reduzir o número de baixas humanas e mitigar os custos da eventual destruição de um CC no CB. Os ARV, sendo parecidos com o CC, conseguem estender a área de influência de uma unidade sem necessidade de empenhar CC ou militares, assumindo posições mais perigosas e fornecendo apoio mútuo e proteção aos veículos tripulados, que se empenhem numa situação de combate, através de fogo direto e fogo de cobertura (Grabianowski, 2022). Têm o potencial de dar um salto revolucionário nas capacidades militares, já que os seus esforços técnicos estão a ser direcionados para implementação de tecnologias, como perceção e sensores, controlo inteligente de veículos, comportamentos táticos em ambientes, caracterização e classificação de terrenos e fusão de dados de múltiplos classificadores (National Academy of Sciences et al., 2002).

3.2. Inteligência Artificial, *Big Data* e Robótica

A Guerra move-se a um ritmo cada vez mais veloz e conectado. Através do multidomínio, as batalhas são decididas em tempo real, acelerando a cadeia de destruição na identificação do alvo, na decisão de atacar a ameaça e no modo de como atacar a mesma, ultrapassando a cognição humana com a assistência da IA para controlo do CB e do *Big Data* gerado (IntroBooks Team, 2020).

A IA envolve a criação de máquinas inteligentes que podem aprender e tomar decisões autónomas, realizando tarefas complexas de forma independente, sem necessidade de intervenção humana. Concentra-se no desenvolvimento de algoritmos, como reconhecimento de padrões, raciocínio e resolução de problemas (IBM, n.d.). Pode ser usada para o desenvolvimento de sistemas de armas autónomos, levando à vulnerabilidade de meios de combate por reduzir o anterior tempo de reação de uma guarnição de fixar e destruir um alvo. Pode, ainda, desenvolver sistemas de reconhecimento, identificação e interceção a distâncias maiores e com melhor precisão e eficiência, tornando mais problemático para um CC conseguir evitar ser detetado (Maxwell, 2020); e sistemas de partilha de informação, levando o In a conseguir colaborar e coordenar ataques contra um CC de forma mais rápida

¹⁷ SMASH: Considerado um *high-tech individual Fire Control System*.

e concisa, fazendo com que este não se consiga defender contra múltiplos ataques, em simultâneo (Strout, 2020).

Ao empregar IA, consegue-se, eficientemente, discorrer uma análise, fazer um processamento do *Big Data* e determinar, através das várias configurações e componentes do CC, do seu contexto e da sua assinatura térmica, se se trata efetivamente de um outro CC e de que forma este poderá ser atingido, num curto espaço de tempo (C. Osborn, 2021).

O desenvolvimento da tecnologia alastra-se para o conceito de “robotização”, refletindo o binómio máquina-humano, constituindo, simultaneamente, uma nova dimensão na relação CC-Robot, que tem vindo a ter significativas implicações no mundo militar. A Robótica substitui, parcialmente, o fator humano por máquinas controladas por computador. Os *robots* adquirem extraordinárias competências por serem um sistema apto a combinar o que há de mais avançado na eletrónica, na parte computacional, na vigilância e na tecnologia do armamento, alterando a dinâmica da guerra. Estes começam a assumir um papel fundamental quanto à sua autonomia e capacidade de decisão, capazes de exercer força letal, atribuindo-se o nome de “*lethal autonomous robots*” (LARs) (Roff, 2014).

Para Marchant et al. (2011a) o *robot* será um desafio para o atual CC, por inúmeras razões: pela sua capacidade de agir sem necessidade de se proteger em casos de reduzida certeza de identificação do alvo e não tendo o sentimento de auto preservação, podendo ser sacrificado, inevitavelmente, sem reservas por não se tratar de um ser humano. Não detém emoções, revertendo-se num sistema imparcial e de análise crítica não suscetível a julgamentos, frustrações, receios e outros sentimentos humanos que possam colocar em causa o sucesso da missão. Em situações de *stress*, o *robot* não negligencia, nem distorce a realidade das informações obtidas; consegue captar e adquirir mais informação e dados de variadas fontes, numa janela de tempo menor que a componente humana, respondendo, eficazmente, a tempo e com força letal o alvo. Ao trabalhar em conjunto com militares no terreno torna-se num ativo com potencial de monitorizar de forma independente e objetiva os comportamentos éticos no CB, relatando infrações observadas e, possivelmente, levar à redução de infrações éticas humanas (Marchant et al., 2011b). A título de exemplo, os *Unmanned Ground Vehicles* (UGV) ou VTNT, por outras palavras, apesar de ainda necessitarem de um operador humano que navegue remotamente ou que autorize o ataque específico (*human on the loop*), possibilitam o ataque a alvos terrestres. Salienta-se ainda que, no futuro, a tendência seja para que esta tipologia de robotização assumira a autonomia total (Kayser, 2021).

3.3. Espaço e Tecnologia Quântica

O Espaço sideral não tem influência no CC, contudo, analisando mais a fundo, é perceptível que envolva formas de guerra, que afetam o CC. Resulta na GE, que envolve o uso de tecnologias eletrônicas para controlar o espectro eletromagnético, atacando as capacidades eletrônicas do In, ao degradar ou danificar os circuitos dos dispositivos eletrônicos, com o objetivo de obter vantagem militar sobre o adversário (Price, 2000). Uma outra forma de guerra a enquadrar é a Guerra Cibernética. Operações cibernéticas autônomas, uma vez ativadas, podem selecionar e deparar-se com alvos sem intervenção de um operador humano. Nas suas diversas características encontram-se a recolha de informação e análise da mesma, num curto espaço de tempo, a fim de dar a melhor resposta, implicando, ainda, o reconhecimento, monitorização e seleção dos alvos sem intervenção humana (Delerue, 2020, p. 158). Destaca-se a desvantagem de qualquer meio de combate eletrônico para com os ciberataques. Em operações ofensivas, se o operador lançar um sistema *cyber*, definindo o CC enquanto alvo a abater ou objetivo, o *malware* conseguiria de forma autônoma determinar a maneira como alcançar e atingir o alvo, avançando para a fase do reconhecimento, identificando quais redes e sistemas computacionais estão ligados ao CC, de que maneira estes sistemas podem ser contornados ou penetrados e que consequências podem surgir da sua interrupção e desconexão. Após esta recolha de dados, o equipamento independente do seu operador decidiria quais os sistemas e redes computacionais a afetar ou infetar, através da neutralização de sistemas óticos, eletrônicos e ativos; disrupção; destruição ou *jamming* (Delerue, 2020).

Intrínseco a estas duas terminologias e de acordo com o Australian Army Research Centre (2020), a Tecnologia Quântica terá inúmeras aplicações na Defesa. Na parte das informações, vigilância e reconhecimento, ao implantar sensores quânticos em *drones* terrestres e aéreos e veículos não tripulados para aumentar a CS através da deteção eletromagnética e radar e do mapeamento geoespacial; na parte do comando e controlo, das comunicações e do *cyber*, ao acelerar a simulação e otimização operacional e a tomada de decisão; e no aprimoramento ou fornecimento de ferramentas de guerra cibernética.

3.4. Armas de Energia Dirigida

Embora esteja, ainda, a ser desenvolvida, a arma de energia dirigida (AED) oferece novas opções para a defesa e ataque em situações de combate. Utiliza energia concentrada num feixe direcionado, como raios *laser*, micro-ondas ou partículas carregadas para destruição de alvos. Com o tempo, a blindagem do CC pode não ser tão eficaz contra AED,

que poderão causar danos críticos, como derreter a blindagem devido a raios *laser* de alta potência ou danificar os sistemas eletrônicos e a comunicação através de feixes de partículas carregadas. Poderão ganhar a vantagem de serem mais precisas e atingirem um maior alcance do que as armas convencionais, permitindo o ataque a CC a distâncias seguras, mantendo o In em posições estratégicas (Obering, 2020).

3.5. Materiais Avançados

Os Materiais Avançados desempenham um papel cada vez mais preponderante na blindagem do CC moderno e de outros veículos blindados, permitindo que estes sejam mais leves, móveis e resistentes a ataques. Mehara et al. (2021) afirmam que cerâmicas e metais são mais resistentes e duros ao impacto, enquanto que materiais compostos baseados em polímeros apresentam um peso mais leve. Os materiais compostos mostram-se resistentes à penetração durante o impacto balístico, fazendo com que as blindagens compostas sejam capazes de reduzir a velocidade e dissipar a energia cinética do projétil, revelando-se a melhor opção para aplicações de blindagem (Sutar et al., 2016). Por um outro lado, materiais inteligentes possuem propriedades que podem responder a mudanças e estímulos externos, como o calor ou a eletricidade. Estes materiais retêm informação de estímulos anteriores e adaptam-se a estímulos subsequentes, apresentando um modo de aprendizagem. Exemplo disto são sensores térmicos, que podem ser agregados à blindagem para detectar e alertar a guarnição sobre a presença de fontes de calor próximas, como dispositivos explosivos improvisados (Amiet et al., 2010).

3.6. Síntese Conclusiva

Este capítulo abordou as dimensões tecnológicas que se estão a sentir, nos conflitos de guerra moderna, que posicionam o CC no limiar entre a urgente resposta à obsolescência e a evolução tecnológica. Assiste-se a uma forte presença aérea sobre meios de combate terrestres, como a expansão de *loitering munitions*, que atacam os alvos terrestres nas suas partes mais vulneráveis (*top down attack*), e os SANT, nomeadamente *drones*, amplamente utilizados em operações militares em missões de reconhecimento, vigilância e ataques direcionados. O desenvolvimento de VTNT, meios que, potencialmente, poderão vir a ser mais versáteis, ágeis e flexíveis, possuem diversas funcionalidades, como reconhecimento e aquisição de alvos. Prevê-se que, estes meios, nas “mãos” do adversário, exponham vantagens estratégicas por conseguirem detectar, identificar e agir primeiro do que um CC. Considerando a IA, o *Big Data* e a Robótica estamos perante áreas, que produzirão novas

capacidades militares, com um nível tecnológico superior, na esfera da coordenação eficaz e eficiente das plataformas militares autónomas, da comunicação entre sistemas e da troca de fluxos de dados a todos os níveis da cadeia de comando. Aceleraram, assim, a CS, contribuindo para a análise de *Big Data* na recolha, processamento, distribuição e ação sobre dados operacionais, com pouca ou nenhuma margem de erro. Outros parâmetros a considerar são o Espaço e a Tecnologia Quântica, que abarcam a GE e Guerra Cibernética, que têm como objetivo interferir, desabilitar e/ou destruir os sistemas eletrónicos de meios de combate, conduzindo-os a uma posição de fragilidade ou tornando-os inoperáveis. A AED é uma nova forma de poder de fogo, através de feixes de energia concentrada. Já os Materiais Avançados estão a revolucionar a blindagem e a proteção, permitindo propriedades excecionais, como resistência, leveza e flexibilidade.

Estabelecidas as TED e extraído o seu impacto no CC, analisaremos, de seguida, quais as contramedidas e implementações tecnológicas a incorporar no CC, para que acompanhe o novo panorama tecnológico.

CAPÍTULO 4. DESAFIOS PARA O CARRO DE COMBATE NO FUTURO À LUZ DO NOVO PANORAMA TECNOLÓGICO

Fazendo uma alusão ao ambiente tecnológico e um paralelismo à visão de Moreira (2022, p. 26), “um entendimento claro da potencialidade das tecnologias disruptivas, assim como a prossecução do desenvolvimento de tecnologias críticas” é imprescindível para que o CC, no futuro, desenvolva as suas próprias contramedidas tecnológicas para fazer face ao progresso das ameaças emergentes e disruptivas e incorpore implementações tecnológicas, que realcem a parte positiva das TED no CC. Segundo Muspratt (2019c), o “triângulo de ferro”, que identifica as três principais características do CC, mobilidade, poder de fogo e proteção, evoluirá para o “hexágono de aço”, reconhecendo como elementos adicionais aos anteriores, mobilidade, letalidade, autonomia, adaptabilidade, conectividade e sobrevivência. É imperativa a proteção do CC e a necessidade de explorar novas medidas e encontrar estratégias para fazer face às ameaças emergentes e disruptivas (Fan, 2017).

4.1. Mobilidade e Adaptabilidade

Um dilema com o qual o CC se depara no CB moderno é o consumo de combustível *versus* o desempenho da plataforma, uma vez que uma blindagem pesada exige motores mais

potentes para manter a sua *performance* e aceleração (Sarewitz et al., 2012). A energia e propulsão aplicadas no CC têm um *transfer* para a mobilidade. A solução reside no meio-termo, isto é, um motor híbrido. Uma das inovações mais impactantes passará pela incorporação de um sistema de transmissão/propulsão híbrido ou elétrico apto para racionalizar, significativamente, a eficiência do combustível e a capacidade de sobrevivência do CC, pela redução exponencial da assinatura térmica e acústica (The National Interest, 2022). Possuidor deste tipo de motor híbrido é o protótipo AbramsX. Esta aplicação conferirá ao CC uma maior aceleração, velocidade e resiliência, bem como permitirá a futura integração de sistemas de comunicação e outras tecnologias pela grande quantidade elétrica, adaptando-se, assim, ao novo panorama tecnológico. Os benefícios esperados incluem, de igual modo, uma maior potência, opções de letalidade e alcance. O motor elétrico permitiria que o CC operasse em *low profile* e silenciosamente em condições noturnas. Prevê-se que o CC possa vir a incluir blindagem elétrica, bloqueadores de sinal e armas de energia experimental através desta nova fonte de energia (Bonbrest, 2022). A EDA, o National Interest e o The Washington Post constatam que poderá haver a possibilidade de um CC possuir um motor totalmente elétrico, contudo o primeiro passo passará pela experimentação de motores híbridos.

A adaptabilidade é um fator chave e desempenha um papel crucial no desenvolvimento do CC moderno. Relaciona-se com a modularidade permitindo que o CC seja capaz de se ajustar, rapidamente, a diferentes cenários e enfrentar uma variedade de ameaças em constante evolução, pela possibilidade de trocar módulos, como o armamento, sistemas de proteção e sensores. Eleva a flexibilidade e a versatilidade do CC em diferentes tipos de terreno, eliminando a limitação das suas especificações de *design* e a sua dependência relativamente a outros sistemas para o cumprimento de requisitos da missão (Muspratt, 2019).

Supõe-se que o CC tenha, no futuro, de ser ágil para acompanhar viaturas táticas, transpor pontes e estradas, anteriormente de acesso restrito a este meio de combate e fazer face a ameaças não tripuladas, que exijam celeridade na manobra e mobilidade (K. Osborn, 2022).

4.2. Poder de Fogo e Letalidade

Segundo Foss & Cazalet (2022), o armamento principal vai sofrer alterações, no que concerne ao aumento do calibre da peça principal e ao municiamento automático. O Enhanced MBT, da Krauss-Maffei Wegmann e da Nexter, detém o casco do Leopard 2

altamente modificado, equipado com uma nova torre, guarnecida por dois membros, com o canhão de 120mm L/52 automaticamente municiado (Foss & Cazalet, 2022a). Possivelmente, poderá ter em alternativa, como armamento principal, a peça de 140mm ASCALON. Para além deste armamento, está equipado com o SPA Trophy, o detetor acústico de disparos PILAR V, o sistema de alerta *laser* E-LAWS, e lançadores de granadas GALIX, que podem ser carregados com granadas de fumo e diferentes tipos de munição. Com o aumento do calibre da peça para 130mm, o Panther KF51 MBT, da Rheinmetall, adquire superioridade perante o adversário. No caso de se justificar, pode, ainda, ser equipado com *Loitering Missile* (LM) para atacar alvos para além da linha de visão. Integra armamento contra VANT e alvos terrestres ligeiros. Possui um SPA que fornece proteção contra mísseis e projéteis de energia cinética, bem como é possuidor de um sistema de proteção de ataques superiores (Foss & Cazalet, 2022b).

4.3. Proteção e Sobrevivência

Especialistas estão a desenvolver blindagens protetivas e adaptativas com Materiais Avançados para proteger o CC de armas destrutivas e, bem assim, para o tornar mais móvel e económico. Os novos materiais são uma TED a integrar nos CC modernos para melhorar a proteção e o desempenho e, assim, a sua sobrevivência (Mehara et al., 2021).

4.3.1. Proteção Passiva

A camuflagem de um CC é categórica na redução da assinatura visual, térmica, magnética, sonora, radar e eletrónica (Think Defence, 2012). Existem maneiras de evitar que o CC seja identificado pelo In, empregando tintas especiais, que não conseguem ser referenciadas por câmaras térmicas, e os designados *add-ons*, que não são detetados por sistemas eletrónicos e térmicos adversários, mas são reconhecidos pelas próprias forças (Fonseca, 2014).

No passado, foi implementada a blindagem *slat armor*, eficaz contra *drones* “Kamikaze” e *gravity bombs*. Consiste numa estrutura rígida e num formato gradeado, colocado em torno das secções principais do CC, projetada para enfrentar munições HEAT¹⁸ e armas ACar. No entanto, este tipo de blindagem não tem capacidade para enfrentar ameaças mais modernas (Global Security, 2020). Nesse sentido, a EODH¹⁹ (2020) indica que a solução passa por uma blindagem de nova geração, com materiais compósitos mais

¹⁸ *High Explosive Anti-Tank*.

¹⁹ Empresa grega, uma das poucas fornecedoras e produtoras líderes de Sistemas de Proteção.

leves, de alta tecnologia e elevada resistência. Defende uma blindagem holística, com várias etapas de defesa, que proteja o CC de ataques sucessivos. Esta empresa tem trabalhado na integração de uma blindagem eletrônica, nomeadamente o *Advanced Shielding Platform Integrated System* (ASPIS), projetado para detetar, classificar e priorizar qualquer ameaça, enfrentando-a desde a fase inicial do ataque, por meio de contramedidas. No caso de a ameaça persistir, a primeira zona de defesa ativa suprime-a, automaticamente, com o sistema de autoproteção. Integra um *design* de proteção contra minas e um escudo superior para proteção contra fragmentos e estilhaços de munições de artilharia. A Rheinmetall e a EODH concordam na necessidade de desenvolvimento de soluções passivas através das mais recentes tecnologias compostas modulares para proteção contra ameaças balísticas, minas, IED²⁰, e para reduzir a assinatura do CC, através de tecnologias de mascaramento em todo o espectro de sensores acústicos, óticos, infravermelhos e eletromagnéticos.

4.3.2. Proteção Reativa

A *Explosive Reactive Armor* (ERA), utilizada em CC modernos, protege o mesmo de projéteis HEAT e HESH²¹. No caso de um projétil atingir e penetrar a placa externa, o explosivo interno reage, expandindo a blindagem e perturbando o trajeto inicial do elemento penetrante, desviando o percurso do projétil. Não obstante a sua valência, acaba por ser falível, em certos casos, já que se o In direcionar um conjunto de projéteis para a mesma parte do CC, este sistema não consegue responder com uma defesa indefetível (McFadden, 2022). Surge, então, uma outra tipologia, designada por *Non-Energetic Reactive Armor* (NERA), uma blindagem reativa não explosiva, que consiste numa série de camadas compostas, incorporando cerâmica ou outros materiais não metálicos, para além do aço. O princípio do revestimento interno passa por atenuar ou absorver o máximo de energia do impacto de um projétil, por forma a limitar os danos no CC (Deb, 2021). Uma alternativa é, também, a blindagem reativa elétrica, composta por duas placas elétricas separadas, de alta potência. Se um CC for atingido, por um míssil ou foguete, a blindagem descarrega eletricidade e vaporiza o objeto. As suas vantagens passam pela redução do peso do CC; pelo desempenho aprimorado contra *Shaped Charge*; pela robustez a ameaças balísticas e de energia cinética, como munições *Armed Piercing Incendiary*, que conseguem penetrar uma placa de aço; e pela capacidade de acerto múltiplo a inúmeras ameaças sucessivas (Shepherd, 2010).

²⁰ *Improvised Explosive Devices*.

²¹ *High Explosive Squash Head*.

4.3.3. Proteção Ativa

Torna-se necessária uma defesa aérea estratificada, capaz de fazer face a mísseis, aeronaves e ameaças de baixa e alta velocidade em todo o espectro. “A lição retirada daqui é que no futuro as guerras requerem um “sistema defensivo esférico”, uma bolha protetora móvel”²² (Antal, 2021, p. 5). De acordo com o autor, no espaço de batalha multidomínio, “para sobreviver, as plataformas principais devem ser capazes de interromper, desviar ou confundir ataques de munições diretos e superiores através de sistemas acoplados ou sistemas que as acompanhem”²³.

O princípio do Sistema de Proteção Ativa (SPA), explanado no Anexo B, está delineado para detetar alvos hostis com precedência, de modo a evitar que o CC seja atingido primeiramente, e programado para os interceptar, iludir ou destruir. Na identificação de uma munição que pretenda atacar o CC, o sistema rastreia-a, determina informações como a sua direção e velocidade, descodificando os dados recolhidos e emite um sinal ao transmissor para que as contramedidas venham a ser aplicadas. No caso de a ameaça se encontrar dentro do raio de interceção e de ação do SPA, automaticamente, o centro de controlo calcula o momento adequado em que a *countermunition* deva ser lançada, disparando-a, posteriormente (Yang & Xu, 2021). A vantagem deste sistema passa por ampliar a proteção de um CC, sem que o peso da sua blindagem aumente, excessivamente, impedindo-o de ser móvel, ao integrar múltiplas tecnologias de proteção.

Observa-se o *Multi-Functional Self-Protection System* (MUSS), que fornece proteção contra *Anti-Tank Guided Missile* (ATGMs) e ameaças *laser*. Providencia controlo através de sensores de alerta, tal como ativação de contramedidas de interferência, a 360 graus, e contramedidas pirotécnicas. Está a ser desenvolvido o MUSS 2.0, que defende e deteta ameaças emergentes e ameaças *laser* de última geração, com sensores aprimorados, e com *upgrades* nas capacidades de processamento e *software* (Peruzzi, 2022). Exemplo é, também, o SPA Trophy, de última geração, desenvolvido pela empresa israelense Rafael Advanced Defense Systems, projetado para detetar e neutralizar todo o tipo de ameaças ACar, através de quatro fases: deteção de ameaças, rastreamento de ameaças, ativação de contramedidas e neutralização de ameaças (Leonardo DRS, n.d.). Apenas as ameaças que representam perigo para a plataforma são neutralizadas, conservando, assim, munições e minimizando o risco de danos colaterais.

²² Tradução livre de Antal (2021, p. 5).

²³ Tradução livre de Antal (2021, p. 5).

Deve-se ter em conta, que a integração de um único SPA no CC não consegue fazer face a todas as ameaças emergentes. Citando o Capitão Meyer (1998, p. 8), “a ameaça ACar futura será, por definição, omnidirecional”²⁴, devendo-se integrar no CC um conjunto de sistemas de proteção ativa para constituir uma defesa mais eficaz em torno do CC. Combater diferentes tipos de armas e diferentes formas de ataque, cumprindo com os requisitos de manter a sua operacionalidade sob todas as condições meteorológicas (Breaking Defense Staff, 2020). Coutteau, Long e Bentzel (2005, p. 35) reforçam a mesma ideia, mencionando que a “iniciativa dos SPA dos futuros sistemas de combate explora tecnologias emergentes e maduras, fornecendo soluções aos SPA para se adaptarem tanto aos atuais requisitos de uma força operacional, como às necessidades de uma força”²⁵.

Uma outra perspetiva de proteção ativa passa pela ideia de integrar no CC do futuro armas *laser*, oferecendo um potencial destrutivo maior (Freedberg, 2021). O maior desafio será o de conseguir detetar o raio *laser*, atempadamente, por forma a iniciar manobras evasivas ou adotar contramedidas necessárias (Venugopal et al., 2011). Atualmente, já estão a ser feitos protótipos de AED, com o potencial de destruir *drones* e outros alvos aéreos. Contudo, existem desafios que terão de ser ultrapassados. Esta tipologia de armamento exige uma grande quantidade de energia e baterias, que o CC ainda não tem capacidade para incorporar, e o *laser* é facilmente afetado por condições atmosféricas, reduzindo a sua eficácia em certas situações em combate (Military.com, 2004).

4.4. Conectividade

4.4.1. Compreensão Situacional do Espaço e Inteligência Artificial

A tecnologia tornou a CS, em tempo real, mais viável no CB moderno, auxiliando o comando e controlo e a tomada de decisão (Base Camp Conect, 2022). O CC do futuro terá de integrar sistemas de IA e de *machine learning*, por forma a conseguir prever com precisão ataques que lhe são direcionados. Não se trata, apenas, de uma base de dados complexa, mas de um sistema que se consegue moldar a um ambiente, em constante evolução (Alpaydin, 2020), auxiliando o CC a analisar o espaço de batalha, estipulando de forma precisa a localização e o tempo de ataque/resposta de/a uma possível ameaça. Soluções modernas para aumentar a CS têm sido desenvolvidas, como o *Hensoldt Local Situational Awareness System*, composto por sensores visuais, sensores de infravermelhos e sensores com visão a

²⁴ Tradução livre de Meyer (1998, p. 8).

²⁵ Tradução livre de (2005, p. 35).

360 graus, integrados numa variedade de ferramentas de *software* para deteção, identificação, classificação e rastreamento de ameaças; e por sistemas, que fornecem imagens e vídeos de alta definição, com capacidade térmica, diurna e noturna (Hawkes, 2022). Além do espectro visual, a CS pode ser aprimorada com sistemas de deteção de tiro acústico, alertando a guarnição de fogo hostil.

Uma nova ferramenta, utilizada pelos EUA e pela NATO, no atual conflito entre a Rússia e a Ucrânia, é o programa DELTA, que permite a integração total da rede do CB. Significa, que analistas conseguem ter acesso a todo o CB e a intermináveis dados de satélites, determinando as coordenadas exatas da localização de todas as unidades russas, os seus movimentos, tal como potenciais direções que o adversário poderá prosseguir. Este sistema digital pode ser distribuído, em tempo real, às forças amigas e aos vetores de empenhamento, ou seja, sistemas de armas que estejam numa posição mais favorável para lidar com a ameaça e abater o alvo. Implica que haja uma “transparência” no CB, facilitando a deteção dos alvos a abater (The Thinker, 2023).

O M1A1 Abrams está a ser configurado com *upgrades*, que reforçam a CS da guarnição, aumentando a capacidade de combate do CC e fornecendo aos militares um gráfico eletrónico do CB com ícones para forças amigas e inimigas (Army Recognition, 2023). No Anexo A, observa-se o *Advanced Targeting and Lethality Aided System* (ATLAS), um sistema emergente, que possui sensores avançados, *machine learning* e novos ecrãs sensíveis ao toque, otimizando e automatizando o processo de aquisição de múltiplos alvos e de disparo, permitindo às guarnições responderem às ameaças mais rapidamente (Parken, 2023). Trata-se de um sistema de recolha de dados, que poderá ser acoplado a um CC moderno, que contém um algoritmo que processa esses mesmos dados e um monitor para que a guarnição possa controlar o CC (Strout, 2020). É considerado uma ameaça a um CC oponente, tecnologicamente inferior, por ser célere, tanto na deteção, como na aquisição de alvos, executando todos os passos necessários à execução do tiro, com exceção de “disparar o gatilho” (Robitzski, 2019). Ao identificar uma ameaça a abater, este sistema, que está diretamente ligado à torre do CC, a partir do momento em que um elemento da guarnição toca no alvo visível no ecrã, este consegue girar a peça, fixar o alvo selecionado e recomendar o tipo de munição apropriada e a quantidade de disparos necessária. O operador ao optar, faz com que o ATLAS, numa questão de segundos, reajuste todas as configurações para abater a ameaça. Neste cenário, o M1 Abrams tem sido alvo de testes, com a incorporação do sistema ATLAS, que é um programa, essencialmente, direcionado para a eliminação de processos manuais e aprimoramento de classificação de imagens (Trevithick

& Parken, 2023). Com o desenvolvimento da IA e da automatização, tornou-se possível a redução da guarnição no CC do futuro (Mao et al., 2014). Os EUA utilizam o *Improved Performance Research Integration Tool* para medir a carga de trabalho de uma guarnição. Será necessária uma automatização substancial dos sistemas, incluindo a automatização da aquisição de alvos, do rastreamento de alvos e julgamento atributivo da ameaça, da calibração, da evitação de obstáculos, da atualização de dados e mapas, entre outros aspectos. O novo projeto AbramsX incorpora a *Next Generation Electronic Architecture*, uma arquitetura aberta modular integrada com IA para detecção e reconhecimento de objetos e priorização automática de alvos, oferecendo uma imagem desobstruída do CB (Seck, 2022). O Merkava 5 irá possuir, de igual modo, sensores mais avançados, tornando o CC independente na captura de alvos e apoiando a guarnição a acionar contramedidas e/ou a ativar sistemas de GE. Acresce, ainda, o novo capacete do comandante, que dispõe de um visor de dados, no qual aparece informações básicas sobre o alvo e recomendações do projétil a utilizar de acordo com o alvo, bem como sinais visuais de danos no CC (Nikolov, 2022). Morozov (n.d.) elucida sobre a importância de cada membro da guarnição possuir um *headset* com realidade aumentada, por forma a estabelecer uma imagem a 360 graus, em tempo real, fornecendo informação crucial do CB. Esta nova tecnologia permite uma percepção sem precedentes em torno do CC, trazendo benefícios à guarnição, que não necessita de ficar exposta para controlar o ambiente à sua volta e detetar ameaças (Mizokami, 2018). “O resultado é um excelente exemplo de como a IA e a humanidade podem trabalhar em conjunto para melhorar processos, em vez de uma assumir o trabalho da outra” (University of California Institute for Prediction Technology, 2023).

4.4.2. Contramedidas Eletrônicas, Ciberdefesa e Tecnologia Quântica

A GE representa uma ameaça significativa ao CC, uma vez que pode colocar em causa sistemas de comunicação, proteção de dados, navegação e armamento, através de ataques eletrônicos (Price, 2000). Se os sistemas forem comprometidos, o CC pode ficar inoperável ou incapaz de realizar as suas funções adequadamente, uma vez que depende destes meios. Além disso, pode ser usada, também, pelo In, para obtenção de informação de extrema importância sobre o CC, tal como a sua localização, entre outros aspectos, interceptando as comunicações entre este e outras unidades amigas ou meios.

A General Dynamics desenvolveu o *Tactical Electronic Warfare System*, um sistema de suporte eletrônico tático terrestre, que pode ser integrado no CC, dedicado à detecção, localização e identificação do In. Provê o comandante com capacidade de agir, reagir e

contra-atacar, de uma forma não letal ao negar, interferir, interromper e degradar a capacidade adversária de comunicar, coordenar e sincronizar entre si (General Dynamics, 2020). O CC terá de implementar contramedidas eletrônicas para interromper e degradar a eficácia das comunicações e navegação adversária, tal como prevenir ou reduzir a eficácia de ataques eletromagnéticos, através da decepção (Haig, 2015).

A modificação do CB e o sucesso da missão dependerá das tecnologias de informação, comunicação e da ligação em rede para manter o binómio humano-robot conectado, por forma a não ser um alvo suscetível a ataques de *hacking* e de interferência (Freedberg, 2021). Sobressai, neste âmbito, o *Battlefield Manangement System*, capacitando o CC com um *software*, “que permite a partilha de informação em tempo real entre Unidades destacadas em operações ou exercícios militares” e, assim, fornecer “a todos os elementos envolvidos nas operações – uma panorâmica completa do que está a acontecer sem que estes sejam sobrecarregados com informação desnecessária e permitindo assim um desempenho eficiente” (Sequeira, 2020, p. 52), tal como a posição geográfica no terreno. A ligação em rede é um dos fatores que determina o percurso de uma ação a tomar no CB. Harrison (2021), desvela que à medida que a ligação em rede e as comunicações se tornam mais rápidas, vantajosas para os militares e atingem um maior alcance, acabam por ser um alvo atraente para o adversário. A vantagem é atribuída a quem conseguir observar mais longe, com mais clareza e agir mais rápido, negando às forças opositoras a capacidade de fazer o mesmo. Exemplo disto é a rede de satélites Starlink, que destaca a importância da tecnologia na guerra moderna e das comunicações, auxiliando as forças ucranianas na deteção de equipamentos militares adversários, incluindo CC (Veritas, 2023a). O Starlink em conjunto com os *drones* aumenta, de igual forma, a CS. A alta qualidade da captação de imagens satélite apoia o planeamento das operações, dificulta a ocultação e dissimulação de forças, material e equipamento inimigo, levando à destruição dos mesmos (Veritas, 2023b).

A eventual integração de sistemas baseados no espaço no CC será um passo vital para as comunicações e para uma ampla gama de novas armas guiadas de precisão, que irão revolucionar a condução da guerra (Pike, 2001a). Essas armas, que poderão ser implementadas no CC, dependem de um “sistema de sistemas” integrado, que combina informações, comunicações, navegação e outros sistemas militares espaciais” (Pike, 2001b, p. 654). Para evitar o empastelamento ou o comprometer das comunicações, a EDA está a desenvolver o *Safe-communication extension* para a NATO *Generic Vehicle Architecture*, incrementando a proteção e comunicações seguras (EDA, 2022).

Apresenta-se, ainda, como potenciadora das capacidades do CC, a Tecnologia Quântica. O Ministério da Defesa do Reino Unido tem feito experiências na integração de computadores quânticos em CC, para determinar se este tipo de tecnologia emergente melhora, significativamente, a comunicação no CB. Alguns peritos afirmam que esta irá agilizar o processamento de informações e a tomada de decisão e reduzirá os riscos de compartilhamento de dados através de criptografia (Saballa, 2022). Para além disso, o autor ilustra que esta tecnologia permitirá uma segurança física das comunicações e que elementos de manobra e munições inteligentes naveguem com precisão na ausência de GPS, assegurando a aquisição de alvos. Poderá auxiliar, oferecendo poder de computação virtualmente ilimitado e instantâneo, levando à distribuição de chaves criptografadas, criptoanálise e decodificação para vigilância e deteção.

4.5. Autonomia

É revelado pela EDA, que na última década, sistemas não tripulados foram características regulares no conflito. A implementação de Sistemas Autónomos letais na defesa vão alterar a doutrina, as táticas e procedimentos militares no CB. No domínio terrestre, elaborou-se um projeto designado *Hybrid Manned-Unmanned Platooning* (HyMUP). Este visa comprovar a viabilidade de missões de combate coordenadas entre sistemas não tripulados e veículos tripulados. A proteção dos Sistemas Autónomos contra interferência inimiga e requisitos de segurança são abordados no projeto *Protection Against Enemy Interference* (PASEI) (EDA, 2022). As guerras futuras serão travadas sem o envolvimento humano, o que poderá implicar futuros CC autónomos (Scharre, 2018a). Vertido, ainda, no foco da autonomia apresenta-se o veículo terrestre robótico baseado na plataforma Wiesel. A Rússia pretende estender os limites nas características físicas dos *robots*, sinalizando a sua intenção de utilizar IA avançada e revolucionária para impulsionar a tomada de decisão e a identificação de alvos autónomas (Scharre, 2018b). O próximo passo lógico será introduzir um CC não tripulado, mas controlado remotamente (Scharre, 2018c).

4.5.1. Vetor Aéreo e Vetor Terrestre em Apoio ao Carro de Combate

A Robótica não cria, apenas, novos modelos de viaturas ou máquinas que possam fazer frente ao CC, mas envolve, também, a produção de equipamentos que possam ser integrados num CC modernizando-o e dotando-o de uma vantagem competitiva superior a qualquer outro, que não possua esse tipo de tecnologia ou aparelho.

Lye (2020) publica a opinião de Nick Reynolds, um investigador analista do *Royal United Services Institute Land Warfare*, revelando que, por enquanto, os VTNT são sistemas frágeis, suscetíveis de serem alvo de *hacking* ou o seu sinal poder ser interrompido. Apesar dos esforços realizados para produzir esta tipologia de veículos, remotamente pilotados ou autónomos, este especialista mantém-se cético quanto ao facto de o CC se tornar, num futuro próximo, não tripulado. Explica que a versatilidade do CC moderno trespassa as características de VTNT, uma vez que pode operar de forma independente, por um longo período, e consegue com uma guarnição experiente alternar entre várias funções, desde o reconhecimento ao ataque a uma posição fortemente defendida. O especialista remete para uma probabilidade acrescida de se formar uma equipa entre o CC tripulado e sistemas não tripulados, afastando a ideia destes sistemas substituírem o CC no CB, nos tempos vindouros (Global Defence Technology, n.d.). O reformado Tenente-General Ben Hodges partilha, na BBC News, um cenário futurista, não muito distante, no qual CC remotamente controlados e *drones* de ataque agirão em conjunto com os CC tripulados, com o seu elevado poder de fogo (Gardner, 2022).

A noção de uma complementaridade entre o CC e sistemas não tripulados poderá passar pela integração de veículos de combate robóticos (VCR) a trabalhar em conjunto para o mesmo objetivo, e não com a intenção de substituir o CC. A Breaking Defense (2020) apresenta variantes de VCR, que com devidas adaptações poderão atingir um índice de sobrevivência, em combate, igual ao de um CC. Exemplos são o VCR médio, parecido a um CC, sendo portador de mísseis ACar, de uma blindagem leve com a opção de implementar blindagem *add-on*; e o VCR pesado, com o propósito de ser um CC robótico, com poder de fogo e uma taxa de sobrevivência idêntica ao M1 Abrams. Ao contrário do VCR médio, o VCR pesado não vai operar à frente da força tripulada, mas ao lado dela. Destina-se a ser o “braço direito” da força, manobrando em conjunto com o CC tripulado e deve, por isso, suportar a mesma intensidade de ataques (Global Security, n.d.).

Numa outra perspetiva, os protótipos Panther KF51 e AbramsX estão projetados para controlar VANT, como *drones*, e VTNT, facilitando o combate a estes mesmos equipamentos adversários (Military Aerospace Electronics, 2021). A BAE Systems (2017) concebe um futuro com o CC enquanto veículo autónomo, suportado por frotas de VTNT e VANT, que além de compartilharem informação e terem como função o reconhecimento, atuariam como um perímetro externo ao CC (Anexo C). Estes sistemas não tripulados estariam incumbidos de enfrentar, numa primeira instância, ameaças e ataques com contramedidas convencionais e balísticas, passando, numa segunda fase, para a utilização de

AED *laser*. O CC poderá ser conjugado com o VTNT médio, da Roboteam, que possui tecnologia SMASH para assegurar capacidades de ataque preciso, bem como defesa anti-*drone* (Roboteam, 2023). Os *drones* podem ser meios complementares ao CC, oferecendo recursos úteis, como a capacidade de obter informações, em tempo real, a vigilância e o reconhecimento sobre posições do In e terreno. Podem ser equipados com armas e dispositivos de apoio, como sistemas de comunicação e *jamming*. A combinação dessas capacidades melhora a eficácia e segurança dos CC em operações. O protótipo AbramsX, no Anexo A, detém, na sua retaguarda, uma inovação referente a quatro lançadores de *drones* “Kamikaze”, ou seja, munições Switchblade 300, controladas remotamente pela guarnição (Seck, 2022). Este meio de combate poderá controlar outros VANT, bem como VTNT. Neste cenário, encontra-se o projeto *Counter Unmanned Aerial System* (C-UAS) relacionado com o desenvolvimento de um “sistema de sistemas” avançado e eficiente apto para contrariar a ameaça imposta pelos VANT, que poderá ser implementado no CC (Permanent Structured Cooperation [PESCO], 2022). Tal mostra, como é importante os CC serem dotados de sistemas anti-*drone*, mas também possuírem *drones*, que trabalhem enquanto contramedidas, seja para fazer aquisição de alvos e destruir equipamento adversário, seja para executar tarefas de vigilância e reconhecimento.

4.6. Projetos

Na Europa, encontra-se em vigor o programa *Main Ground Combat System*, cujo objetivo é o de inovar o *design* do CC. Expecta-se que seja implementado em 2035, para substituir o atual Leopard 2. Este programa apresenta dois protótipos, que poderão ser o CC do futuro, o Enhanced MBT e o Panther KF51 MBT (Foss & Cazalet, 2022).

Um outro projeto a ser elaborado pelos EUA é o AbramsX, um CC, que irá redefinir a letalidade nas operações de combate, empregando IA, visão térmica a 360 graus, armamento de próxima geração e uma torre não tripulada com uma guarnição de três elementos (Osborn, 2023). Integra um sistema híbrido, que permitirá reduzir substancialmente a sua “pegada” logística, aumentando a eficiência do combustível. Isto, permitirá uma observação silenciosa, ao estar habilitado para operar sensores e armamento sem emissão de assinatura térmica e acústica, reduzindo a probabilidade de ser detetado pelo In. Este CC do futuro possui um *Forward Looking Infrared Sensor*, de terceira geração, com um sistema de aquisição de alvos de alta resolução e de maior alcance. A General Dynamics Land Systems está a desenvolver ao mesmo tempo um SPA “hemisférico” habilitado para detetar, rastrear e interceptar ameaças, como o *Rocket Propelled Grenade* (RPG) e mísseis

ACar, ampliando a proteção do CC nas suas partes mais vulneráveis, nomeadamente a parte superior e inferior (The National Interest, 2022).

Segundo a Breaking Defense (2021), existe um potencial revolucionário para desagregar a tradicional visão que se tem do CC do futuro. Este poderá sofrer grandes alterações, optando-se por distribuir as suas funções em variadas plataformas. Em vez de manter as suas características num único veículo, poderá acontecer os sensores de longo alcance serem acoplados a um *drone*, os seus engodos num outro *drone*, a arma principal num *robot* terrestre, e o operador humano colocado num veículo de comando blindado a uma distância segura do CB. Tenciona-se moldar a perceção do CC ao combinar diferentes tipos de forças, separando os sistemas de armas por diversas plataformas.

No entanto, uma outra perspetiva tem-se levantado para fazer face às ameaças adversárias, abordando um sistema de armas combinadas, envolvendo três plataformas: numa primeira instância, seriam lançados *drones* de ataque para derrubar as defesas aéreas inimigas e postos de comando, seguindo-se os VTNT para confrontar diretamente os alvos a abater, e, em último, os CC para destruir os alvos mais difíceis, que não tenham sido eliminados, anteriormente. Desta forma, o CC manter-se-ia semelhante ao CC atual, com *upgrades* para automatização de certas funções e menor dispêndio de energia humana.

No âmbito da Robótica, prevê-se que o número de plataformas não tripuladas aumente no CB, nos próximos anos. Nesse sentido, a EDA está a elaborar o projeto *Combat Unmanned Ground Systems* (CUGS) para identificar o nível adequado de autonomia para sistemas de armas autónomos com o conceito de “*man on the loop*”. Este tem como objetivo definir, desenhar e desenvolver um conjunto de módulos funcionais para garantir soluções na área da navegação, das comunicações, do comando e controlo, da cooperação e segurança, da inteligência e autonomia, associados à demonstração das habilidades de combate de VTNT em cenários operacionais (EDA-B PRJ RT 1064, 2022).

Está a ser desenvolvido o projeto *Automatic Threat Recognition, Identification And Targeting* (ATRIT), um sistema que poderá vir a ser integrado no CC, por forma a fornecer a capacidade de adquirir, identificar e neutralizar alvos terrestres pelo menos três vezes mais rápido em comparação com os processos manuais atuais. O objetivo do ATRIT passará por proteger a força, contribuindo para uma melhor eficácia e eficiência, ao possuir sensores com observação e compreensão a 360 graus, detetar alvos através da análise de vídeo-imagem, e integrar sistemas de informação em tempo real (EDA-B PRJ RT 1064, 2022).

O programa *Adaptative Smart Camouflage for Land Systems* (ASCALS) é interessante para o CC, na medida que se vão explorar técnicas de camuflagem adaptativas

e soluções para aprimorar a ocultação, dissimulação e decepção no CB. Tem como intuito impedir que sistemas terrestres, como CC, sejam detetados, identificados ou que as suas intenções sejam reveladas. As contramedidas incluem camuflagem passiva e ativa, Materiais Avançados, métodos de decepção e tecnologias disruptivas (European Commission, 2022).

Embora não esteja, ainda, estritamente ligado ao CC, a General Dynamics uniu-se à Epirus para adaptar AED como uma plataforma de defesa antiaérea de curto alcance²⁶, capaz de cobrir um amplo arco e neutralizar inúmeros *drones*, simultaneamente. Os testes realizados têm-se mostrado assertivos na destruição de múltiplos *drones* e alvos individuais (McFadden, 2022).

4.7. Síntese Conclusiva

O presente capítulo tem como índole apresentar contramedidas e implementações tecnológicas, que devem ser integradas no CC para neutralização das ameaças emergentes e disruptivas, bem como aprimoramento das suas capacidades em função destas. No que concerne a mobilidade, a substituição por sistemas de propulsão híbridos permitirá um menor consumo de combustível, tal como a redução da assinatura térmica e acústica, inviabilizando a fácil deteção por parte do In; e a adaptabilidade uma maior eficiência e agilidade no CB. Armamento, que eleve o seu poder de fogo, como AED e a aplicação de novas armas com capacidades de DAAe, ampliará o poder destrutivo e a letalidade do CC. A proteção é indispensável ao CC, aumentando a sua taxa de sobrevivência, através de sistemas de proteção passiva e reativa, que comportam blindagens mais robustas, no entanto mais leves, por meio de Materiais Avançados, tornando o CC mais flexível e móvel. A incorporação de SPA possibilita uma redoma em torno do CC, que confere proteção a todos os ângulos, detetando e intercetando mísseis ou outras ameaças antes que estas possam atingir o CC. Tecnologias furtivas, como IA e a automatização conseguem aprimorar a CS, através do processamento e análise do *Big Data*, tornando o CC um alvo difícil de destruir. Um outro fator indispensável é a conectividade que, por intermédio de sensores aprimorados, assume-se como medida para uma melhor compreensão do CB, coordenação e sincronização entre sistemas de armas. Deve-se ter em conta ações e contramedidas que obstruam e interfiram ataques eletrónicos do In e optar por meios de comunicação assistidos por IA, cuja rede de transmissão de dados seja segura e possua um tráfego célere. Tal facilitará o processo de decisão e proporcionará ao CC uma maior probabilidade de precisão na

²⁶ *Short-Range Air-Defense* (SHORAD).

aquisição de alvos. A introdução de VTNT ou *drones*, como meios complementares e integrais ao CC, permite uma forma cooperativa de executar tarefas complexas, no reconhecimento ou na destruição de ameaças. Estes Sistemas Autónomos poderão declarar-se como primeiras abordagens a ameaças, salvaguardando, numa primeira instância, o CC.

CAPÍTULO 5. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos da análise de conteúdo das entrevistas, referindo as principais conclusões e considerações alusivas a cada uma das questões.

No que diz respeito à Questão n.º 1 “*Considera que o Carro de Combate continua a ser um ativo válido e preponderante no conflito armado?*” conclui-se que todos os entrevistados, tal como os já referidos autores Katoch (2022) e Suciú (2022), consideram que o CC permanece um ativo válido e preponderante nos conflitos armados e a sua aplicação ofensiva e defensiva tende a aumentar no dinamismo de “guerra total”. Esta ideia justifica-se pelo facto de este sistema de armas sempre ter conjugado características como poder de fogo, choque, movimento e proteção, atualmente, ainda, essenciais no combate moderno. Para além destes fatores, observa-se, pelo conflito entre a Ucrânia e a Rússia, que os avanços decisivos estão a ser conseguidos pela utilização do CC, por se mostrar um elemento decisivo e dissuasor, com a capacidade de penetrar as linhas adversárias.

Relativamente à Questão n.º 2 “*Como caracteriza o cenário atual relativo à evolução e evidência de ameaças tecnológicas emergentes e disruptivas?*” e fazendo uma analogia à perspetiva do escritor O’Meara (2014) apurou-se que os nove entrevistados destacaram a constante e exponencial evolução tecnológica e a sua relevância nos vários domínios, em especial nas operações militares, proporcionando vantagens estratégicas e táticas significativas. Na Defesa, trata-se de uma necessidade acompanhar as TED para evitar a obsolescência dos sistemas de armas, por forma a dotar os mesmos de capacidades de defesa contra ameaças tecnológicas e de capacidades ofensivas com a integração das TED. Alguns entrevistados acrescentam, ainda, que o surgimento das novas tecnologias afeta toda a profundidade do CB, mostrando que os métodos de vigilância e observação para fins de reconhecimento tornam quase impossível a ocultação e dissimulação. Englobando as perspetivas dos entrevistados, destaca-se uma combinação de tecnologias que se estão a

evidenciar, nomeadamente no vetor aéreo, materializado por *drones* de reconhecimento e ataque, *loitering munitions*, pelo desenvolvimento de armas ACar com capacidade *top down attack* e mísseis de nova geração; e no vetor terrestre, no qual é revelado a importância das comunicações e da rápida análise do fluxo de dados, tal como uma eventual mudança futura dos sistemas não tripulados, isto é, remotamente pilotados para Sistemas Autónomos.

Intrinsecamente ligada à questão anterior, a Questão n.º 3 “*De que maneira as TED têm transformado as operações militares e qual o seu impacto no CC?*” revela a importância do CC acompanhar e se adaptar à evolução tecnológica para evitar a sua obsolescência. Dois dos nove entrevistados remetem para as questões éticas e legais no emprego de força letal, mencionando a imprescindibilidade de prudência na abordagem às TED. No caso do desenvolvimento de Sistemas Autónomos, a decisão final deve depender sempre do fator humano. O (E1) revela a complexidade do CB terrestre, por apresentar obstáculos às comunicações e à mobilidade. Os restantes entrevistados partilham a relevância do aprimoramento de sistemas passivos, como a blindagem e camuflagem; e de sistemas ativos no CC, como os SPA. Tal deve-se a um cenário de ataques em profundidade definido por sensores, que impedem a ocultação e surpresa; pelos alcances e pela precisão do armamento, permitindo uma aquisição de alvos assertiva; e pela análise do fluxo de informação, em tempo real, com implicações no comando e controlo. Em adição, o (E6) ilustra a crescente dependência do CC da componente eletrónica, estando mais suscetível de ser alvo de GE e Guerra Cibernética. De um modo geral, as TED têm forçado a implementação de defesas ativas, passivas e a incorporação de meios de deteção e defesa contra a ameaça aérea e terrestre, por forma a que o CC consiga “ver primeiro, detetar primeiro, empenhar-se e disparar primeiro” (E7) contra a ameaça.

No que concerne a Questão n.º 4 “*Após revisão de literatura e tendo por base as áreas tecnológicas prioritárias da North Atlantic Treaty Organization (NATO) e as TED da European Defence Agency (EDA), destaquei as seguintes TED e formas de Guerra: Inteligência Artificial (IA); Big Data; Autonomia; Energia e Propulsão; Materiais Avançados; Tecnologia Quântica; Tecnologia Hipersónica; Espaço; Robótica e Sistemas Autónomos (Sistemas Aéreos Não Tripulados (SANT) - Drones (“enxame”); Veículos Terrestres Não Tripulados (VTNT)); Armas de Energia Dirigida (AED); Guerra Eletrónica (GE) e Guerra Cibernética. Quais considera mais críticas para o CC, exigindo urgente resposta?*” a maioria dos entrevistados consideraram a Robótica e os Sistemas Autónomos, a GE e a Guerra Cibernética, os Materiais Avançados, a IA, o *Big Data*, o Espaço e a Autonomia como as ameaças tecnológicas emergentes e disruptivas mais críticas para o CC.

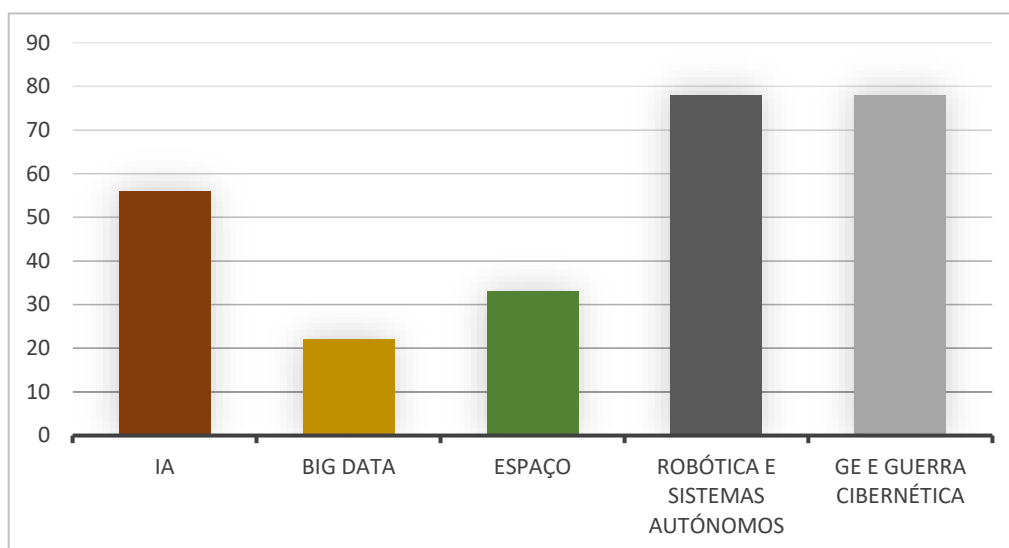


Figura 1 - Grau Crítico das tecnologias no CC

O gráfico, da figura 1, revela que sete dos nove entrevistados vão ao encontro dos autores Aziz (2017), Obering (2020) e Venugopal et al. (2011), colocando a GE e a Guerra Cibernética, tal como a Robótica e os Sistemas Autónomos no plano mais crítico para o CC. Salienta-se a ameaça proveniente dos SANT, que observam em profundidade o CB, originando ataques específicos e precisos nos sítios mais vulneráveis no CC, designadamente a sua parte superior, colocando-o numa posição de fragilidade. Exemplo são as *loitering munitions* e *drones* armados, que “permitem uma aproximação furtiva ao CC e causar a sua destruição” (E9) com uma elevada precisão. A GE e a Guerra Cibernética são formas de guerra com “capacidade de deixar um CC fora de combate” (E3). À medida que o CC vai ficando mais digital, maior será a ameaça eletrónica, sujeitando-o a ataques de *jamming* e impulsos eletromagnéticos, que podem destruir e danificar os sistemas eletrónicos, bem como afetar áreas, como o comando e controlo e a logística. Estas duas tecnologias poderão contribuir para a disrupção dos sistemas de comunicação, quebrando a ligação em rede. Mais de metade dos entrevistados associa a IA ao *Big Data* e consideram que ambos desempenham uma responsabilidade, concernente às tecnologias de informação e comunicação. Sente-se a necessidade de uma rápida análise do fluxo informativo que é gerado pelo dinamismo do CB, para que o CC consiga responder atempadamente às ameaças adversárias. Ademais fazem com que o CC se torne num alvo de fácil deteção e destruição. A IA inserida em VTNT poderá ter efeitos devastadores no CC, na medida que seria mais letal e afetaria o seu emprego. Porém, o CB terrestre é, ainda, demasiado complexo para a

integração de Sistemas Autônomos. Associado aos conceitos supramencionados, o Espaço manifesta ter um impacto indireto no CC. Correspondendo ao ponto de vista de Veritas (2023c), de acordo com 33% de entrevistados, a percepção situacional do CB e os sistemas de vigilância, como satélites e sensores, são críticos, tornando mais difícil a ocultação e dissimulação do CC. Este depara-se com um problema de identificabilidade, uma vez que as suas assinaturas térmica, sonora e magnética o expõem. Por ser rapidamente detetável através de sensores, que contribuem para uma observação eficaz do CB, será, de igual modo, simples “receber, processar, interpretar e disseminar a informação obtida aos vetores de empenhamento” (E7), reduzindo o ciclo de *targeting* e, assim, revelar que meio mais se adequa para a neutralização do CC, numa determinada circunstância. Embora a Tecnologia Quântica e as AED tenham surgido no decorrer das entrevistas, conclui-se que estão numa fase embrionária, mas terão a sua influência nas plataformas terrestres e no CC, em particular, num futuro distante. A Quântica poderá revolucionar a maneira de processamento e proteção dos dados, através de criptografia. As AED poderão conseguir neutralizar sistemas ativos e óticos do CC, afetar sensores e servirem de disruptores nas componentes eletrônicas. Todos estão de acordo de que a Tecnologia Hipersônica não possui, nesta fase, um papel relevante para o CC. É uma hipótese remota vir a ser integrada no CC ou ser direcionada contra o CC. Trata-se de uma tecnologia com interesse para alvos estrategicamente mais remuneradores, apesar do (E2) mencionar que o “melhor sistema para perfurar a blindagem do CC seria um míssil hipersônico portátil”.

Através dos resultados obtidos da quarta questão, relativos ao grau crítico da tipologia de ameaças tecnológicas que o CC poderá enfrentar, importa averiguar a Questão n.º 5 “*Observando o paradigma atual do CC e tendo em conta desafios vindouros das TED, na sua opinião, que contramedidas ofensivas/defensivas e sistemas ativos/passivos estão e/ou deveriam ser implementados para potenciar a sobrevivência no CC?*”, que resultou na figura 2.

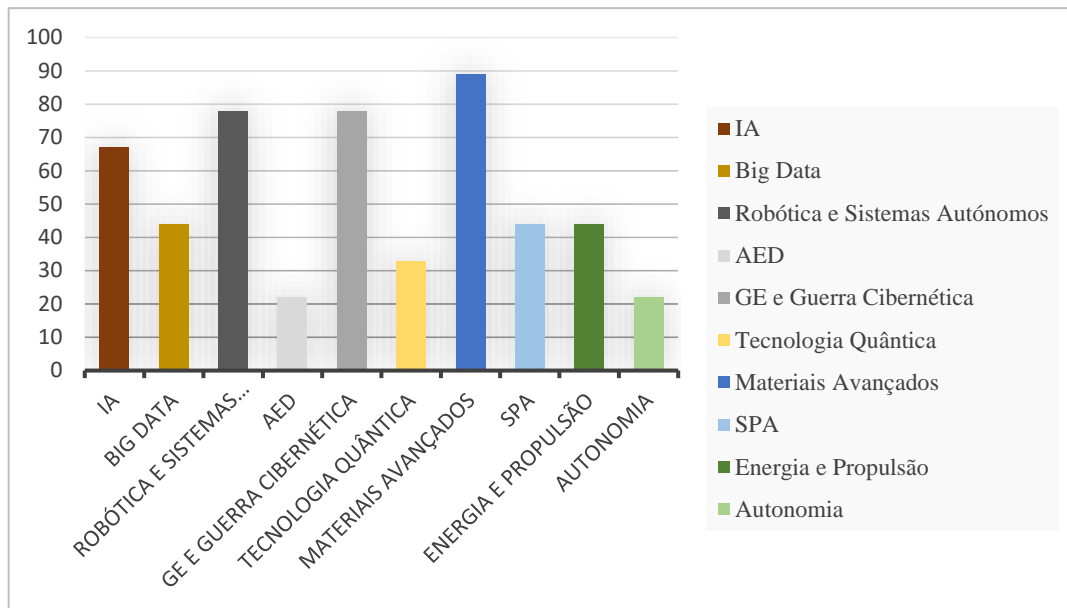


Figura 2 - Contramedidas para potenciar a sobrevivência do CC

Novamente, a IA e o *Big Data* são tomados em conta e considerados essenciais enquanto contramedidas, por 67% dos entrevistados, atendendo, ainda, às opiniões de Maxwell (2020) e Strout (2020). Integrados no CC, este poderá “identificar rapidamente ameaças e oportunidades melhorando as capacidades de planeamento pela rápida análise de elevados volumes de dados” (E1) e “tornar processos mais eficientes para fazer tiro, para deteção de ameaças e padrões, condução de treinos e exercícios, e obtenção de soluções táticas para problemas táticos” (E2). Será necessária a implementação de mais sensores no CC, por forma a obter-se um panorama de um CB transparente (E8), tal como a integração de plataformas como o programa DELTA. Através de um sensor pode ser feito um varrimento geral para deteção de uma ameaça e um segundo sensor pode seguir a ameaça, por exemplo. Alicerçando a IA ao ponto de vista das comunicações e do *targeting*, esta visa aumentar a fusão de informação recolhida por múltiplos sistemas e sensores, permitindo que “mesmo não vendo o alvo diretamente, se consiga perceber, pela informação obtida das várias plataformas, qual o alvo, se este está em movimento” (E6) e como o CC se poderá empenhar contra o alvo. A esta concepção alia-se o artigo de Trevithick & Parken (2023), que menciona o sistema ATLAS como um possível apoio ao CC, relativamente ao *targeting*. Conjuga-se com a possibilidade de incorporação de realidade aumentada no CC para fornecimento de informações adicionais, em tempo real, e permitir uma tomada de decisão acertada e eficiente. A IA veio possibilitar o desenvolvimento, aprimoramento e a modernização de plataformas já existentes e de Sistemas Autónomos. A Robótica

beneficiará o CC, na medida em que contribuirá para a automatização de alguns procedimentos e sistemas, nomeadamente sistemas de alimentação. Relativamente aos Sistemas Autónomos, de uma forma geral, os entrevistados e os autores Kofman (2020) e Shaikh & Rumbaugh (2020) defendem a exploração e introdução de sistemas anti-*drone* eficazes, dado que o vetor aéreo mostra ser uma ameaça iminente e crítica para o CC. O (E2) especifica uma solução para o combate anti-*drone*, a possibilidade de aplicação de um canhão de 30mm, no topo do CC, com munições *airburst*, que poderá proteger o CC de mísseis ACar e SANT. Por um outro lado, o (E3) constata uma metralhadora com radar, que consiga destruir SANT. 22% dos entrevistados mencionaram as AED como uma provável contramedida para o combate anti-*drone*. Encarando os *drones* de uma outra perspetiva, os (E4) e (E6) visualizam um CC, que se poderá “fazer acompanhar de *drones* para o ajudar na identificação de alvos” (E4) e aumentar a sua perceção situacional, como é o caso do protótipo AbramsX (Seck, 2022). “Um meio de aquisição de objetivos que se encontre uns metros acima da terra permite perceber, facilmente, onde se encontra o alvo e fazer uma avaliação de *damage assessment*” (E4), obtendo uma visão alargada do ambiente. Dois dos nove defendem que os VTNT podem ser interessantes para proteger o CC ao empregá-los para serem criados acessos, a minas ACar, por exemplo, ou pelas várias assinaturas que se geram, obrigando o In a duvidar do alvo, podendo confundir-se e neutralizar um outro alvo que não o CC. Poderão ser um complemento ao CC, formando uma equipa mista entre sistemas tripulados e não tripulados. Segundo o (E3), é de realçar os sistemas de GE como medidas de autodefesa. Um *jammer* poderá confundir SANT, interferindo, assim, com a tecnologia de informação e as comunicações do adversário, por meio de empastelamento. De acordo com o (E5), “contramedidas eletrónicas para assegurar a integridade de comunicações entre veículos, unidades e comandos, computação, análise de dados, seleção e direção de tiro dos CC” são fulcrais. Vincula-se a Tecnologia Quântica, que tem potencial para influenciar, indiretamente, a capacidade de encriptação e codificação de dados, dificultando a penetração inimiga nas comunicações do CC. A maioria dos entrevistados, bem como Mehara et al. (2021) e Sutar et al. (2016), concorda em que a sobrevivência do CC irá passar pela aplicação dos Materiais Avançados, tanto na blindagem como na camuflagem, melhorando, significativamente, a sua proteção e contribuindo para a redução da sua assinatura térmica, radar e magnética. Segundo o (E1), os materiais adaptativos e protetivos permitirão reduzir “as assinaturas visuais, magnéticas e térmicas” e “incrementar a proteção contra penetrações balísticas e efeitos de detonações” (E1). Contudo, deve-se ter em atenção o peso do CC. A sua estrutura física deverá ficar mais leve, por forma a conferir

mais mobilidade. A logística poderá beneficiar dos novos materiais, pois, eventualmente, será “possível imprimir peças para o terminal logístico e de reabastecimento, o que facilitará a logística do CC” (E3). À semelhança do que é retratado pelos autores Yang & Xu (2021) e Coutteau et al. (2005), denota-se a importância dos SPA e dos sistemas passivos, como redes de camuflagem para redução da assinatura térmica e radar. Alguns entrevistados espelham a lacuna dos SPA atuais, expondo que, apesar de serem contramedidas imprescindíveis, não protegem o CC, no seu todo, deixando a parte superior vulnerável. Para tal, será imperativo o desenvolvimento de SPA, com a integração de IA, que formem uma redoma a 360°, incluindo as partes superior e inferior do CC. Quatro entrevistados consideram que a energia e propulsão poderão ser determinantes, permitindo o CC ser energeticamente menos dependente e possuir sistemas próprios de alimentação eficiente. A adaptação de um sistema híbrido num CC poderá ter vantagens ao torná-lo mais resiliente e o tipo de energia pode aumentar a dificuldade de deteção. Um CC elétrico “poderá ser fator de mitigação do risco de deteção térmica e sonora” (E7). Dois dos entrevistados propõem a autonomia como uma tecnologia a ser inserida no CC como solução para proteger a guarnição, através do controlo remoto do CC.

Conclui-se que, o grande desafio para o CC consistirá na maneira de como este irá conseguir operar todos os equipamentos tecnológicos, identificar ameaças e alvos díspares, tanto do vetor aéreo como terrestre, e ser eficiente e preciso no seu ciclo de *targeting*, a curtas e longas distâncias. Será fundamental que o CC utilize as TED a seu favor.

Perspetivando o CC do futuro, apurou-se, através da elaboração da seguinte Questão n.º 6 “*Como perspetiva o CC no futuro? / Como perceciona o CC no futuro, perspetivando se passará: A - pela já iniciada implementação de contramedidas no CC face às TED; B - pela integração de meios complementares exteriores ao CC, como primeira abordagem à ameaça; C - pela transfiguração do CC enquanto meio de combate não tripulado; D – por qualquer outra hipótese (programas/projetos, as diversificadas considerações e reflexões sobre o conceito do CC no futuro. As opiniões foram homogéneas, destacando-se, numa primeira abordagem, a inevitável evolução tecnológica do CC como um reflexo do dinamismo e desenvolvimento tecnológico, na componente militar e nos diversos domínios. Embora não se preveja, a curto prazo, um CC não tripulado ou totalmente autónomo, pode ser estudada e pensada a introdução de determinados níveis de autonomia no CC. O (E1), o (E6) e o (E9) idealizam, no futuro, um CC não tripulado, que seja dependente da intervenção humana para ações letais. A sua completa autonomia dependerá de questões legais, uma vez que não consideram razoável um CC completamente autónomo, com as suas características*

de poder de fogo, choque e manobra. Poderão ocorrer riscos e danos colaterais se a tomada de decisão passar única e exclusivamente pela máquina. A esta mentalidade liga-se o (E3), cuja opinião se reflete num CC, a médio e longo prazo, com um crescente nível de autonomia e robotização. Concebe a ideia de um CC com semelhanças no peso e na dimensão, com capacidades ofensivas e defensivas tecnologicamente avançadas, bem como com a incorporação de Materiais Avançados e novas ligas mais eficientes. Numa fase avançada, o (E4) e Scharre (2018) denotam como possível um CC totalmente autónomo. O (E2), no entanto, apresenta uma outra opinião, fazendo uma analogia à 1GM. Demonstra que o CC de 2050 não será, fisicamente, muito diferente do que se observa, atualmente. Pode sofrer algumas alterações, no âmbito da blindagem, mas a sua fisionomia de “ferro” manter-se-á parecida. Apesar do (E6) concordar com o conceito de *man on the loop* num CC não tripulado, não descarta a ideia do CC do futuro continuar a ser tripulado e parecido ao existente, não obstante este passar a ter um maior poder de fogo com AED, sistemas avançados de SPA, proteção passiva aprimorada devido a novos materiais, uma melhor capacidade de ligação em rede com outras plataformas, um outro tipo de energia de locomoção e ser mais leve. Indo ao encontro de uma equipa mista entre sistemas tripulados e sistemas não tripulados, o (E7) partilha da ideia do Tenente-General Ben Hodges e acredita que o CC possa ser acompanhado por meios complementares, como *drones*, tendo como função a observação e vigilância do CB e transmissão de informação, evitando a exposição desnecessária do CC. Todavia, no entendimento do (E1) e do (E3), é retirada a noção de que, por enquanto, não é exequível ter VTNT no CB terrestre ou fazer deles meios complementares ao CC. Estes meios são demasiado complexos e o terreno não é *standard*, o que dificultará o comando e controlo, em tempo real. O último entrevistado contempla que a evolução do CC passará pelas opções A, B e C, respetivamente, expressas na questão. Depreende-se, assim, que, para todos os entrevistados, o CC evoluirá tecnologicamente e permanecerá um sistema de armas decisivo e valioso, em contexto de “guerra total”.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A presente investigação reflete a constante e exponencial evolução tecnológica e a sua relevância no âmbito da Defesa, especificamente no CC. Ao longo do tempo, a doutrina dedicada ao CC foi-se moldando às conjunturas, mudando a referência de guerra próxima, para um panorama cada vez mais tecnológico e “desumanizado”, sublimando a definição da máquina, através da utilização de plataformas e sistemas não tripulados, que acabam por substituir o humano no combate. Destaca-se a necessidade deste se adaptar ao desenvolvimento das TED, por forma a evitar a sua obsolescência e manter a sua intemporalidade, capacidade ofensiva e defensiva contra ameaças tecnológicas emergentes e disruptivas. É ilustrado o dualismo das TED, uma vez que se observa que estas tecnologias tanto podem ser consideradas como ameaça ao CC, se aplicadas pelo adversário, como, igualmente, benéficas e interpretadas como contramedidas para o CC. Embora se verifique que as TED são transversais a todos os meios e sistemas de armas, o cerne deste trabalho está direcionado para a perceção do impacto negativo e positivo deste tipo de tecnologia no CC, apurando de que forma o mesmo se pode modernizar, inovar e moldar para neutralizar as ameaças tecnológicas atuais e aprimorar as suas capacidades. A prosperidade do CC dependerá da transição do antigo “triângulo”, mobilidade, poder de fogo e proteção, para um “hexágono” evolutivo, no qual se adiciona mobilidade, adaptabilidade, letalidade, sobrevivência, conectividade e autonomia, integrando tecnologias emergentes para igualar a mentalidade e o dinamismo do CB tecnológico e manter a sua supremacia contra os efeitos disruptivos. O processo metodológico materializou-se pelo recurso à análise documental e pela realização de entrevistas semiestruturadas, que validaram os resultados obtidos.

Focando a PD n.º 1 “*Quais as ameaças emergentes e disruptivas dada a conflitualidade atual?*”, denota-se uma delimitação espacial multidimensional, que abarca o vetor aéreo e terrestre. Distinguem-se das ameaças os Sistemas Autónomos, que têm desempenhado um papel crítico nas operações militares e desenvolvido o seu potencial disruptivo, validando um contexto de incerteza e inquietude relativamente ao momento e ao local de impacto. Os SANT, como *drones*, estão a alterar, significativamente, o CB. Mostram a sua capacidade de ataque em profundidade e a sua versatilidade, na medida que têm uma dupla função: *drones* de reconhecimento para vigilância do CB, deteção e identificação de alvos; e *drones* de combate, orientados para a aquisição de alvos e ataques de precisão, causando sérios danos e levando à destruição de CC. Destacam-se, ainda, as *loitering munitions*, características pelos seus *top down attacks*, extremamente eficientes. No setor

terrestre, os VTNT estão a ser desenvolvidos para a realização de uma ampla gama de tarefas, podendo ser vocacionados para fins defensivos, ofensivos e de reconhecimento. Estão a ser realizados esforços para a concretização de projetos de VTNT que se aproximem ao CC atual, mas robotizado, conjugando num forte oponente a sistemas e meios de combate. Os avanços na IA e na Robótica podem ter efeitos devastadores. Permitem o desenvolvimento desta tipologia de *robots*, aperfeiçoando, através de sensores avançados e algoritmos, a tomada de decisões rápidas e precisas em tempo real e a execução de missões complexas, o que inerentemente dificulta a defesa e a proteção de outros sistemas de armas. Observando o Espaço e a Tecnologia Quântica, que compreende a GE e a Guerra Cibernética, estas apresentam alguma criticidade, na medida em que conseguem interferir com as comunicações e proteção de dados. Facilmente, danificam ou degradam os sistemas eletrónicos de qualquer sistema de armas, condicionando a sua capacidade de operar ou de executar devidamente as suas tarefas e tornando-o suscetível a variados ataques. Em referência às AED, estas podem possuir uma capacidade de penetração, capaz de deteriorar os sistemas de defesa e levar a danos estruturais do CC.

No que respeita a PD n.º 2 “*Qual o impacto das tecnologias emergentes e disruptivas atualmente conhecidas no Carro de Combate?*” aferiu-se que as TED influenciam os setores da CS, comunicação e proteção do CC. As principais preocupações do CC passam por evitar ser detetado, manter os seus sistemas em rede seguros e reforçar a sua capacidade ofensiva. Em função destes argumentos, o CC terá de adotar medidas para ocultar-se e dissimular-se no CB, cada vez mais transparente; salvaguardar as comunicações de ataques eletrónicos e cibernéticos, evitando a interferência e penetração adversária; manter a sua operacionalidade e proteção, mitigando e evitando os riscos provenientes dos SANT, como *loitering munitions* e *drones*, e plataformas terrestres.

A PD n.º 3 “*Que tipo de contramedidas e implementações tecnológicas devem ser integradas no Carro de Combate para neutralização das ameaças emergentes e disruptivas?*” revela a necessidade do CC investir em sistemas anti-*drone*, no seu poder de fogo e letalidade, através de AED, em contramedidas eletrónicas e cibernéticas, em sensores avançados e IA. O uso de sistemas anti-*drone* é indispensável para contrariar a capacidade dos SANT conseguirem identificar a localização exata de CC, danificando-os ou destruindo-os. De maneira a fazer face aos *drones* e *loitering munitions*, o CC deverá, ainda, desenvolver e aprimorar os SPA, já existentes, para proteger todos os ângulos, inclusive as suas partes mais vulneráveis, como a parte superior. Será imprescindível incorporar contramedidas eletrónicas para detetar possíveis infiltrações nos sistemas e interferir com as capacidades

eletrônicas do In, podendo provocar falhas na orientação de armamento e projéteis adversários; e contramedidas cibernéticas, enquanto sistemas de detecção de intrusões e criptografia de dados, para prevenir e responder a ataques cibernéticos. A inclusão de sensores avançados e IA permitirá a detecção de alvos e reduzirá o tempo de resposta a ameaças, decorrendo uma avaliação do risco e uma análise de ameaças, contribuindo, paralelamente, para um aumento do grau de precisão e eficácia de contra-ataques.

No que tange a PD n.º 4 “*Que tipo de implementações tecnológicas emergentes e disruptivas devem ser integradas no Carro de Combate, que influenciem positivamente as suas capacidades?*” observam-se algumas TED, como implementações relevantes e influentes no ciclo de sobrevivência do CC. Este, no futuro, deverá adotar sistemas híbridos, por forma a melhorar a sua eficiência operacional e resistência, podendo ter benefícios na redução da assinatura térmica, eletromagnética, radar e acústica. Mostra-se vital a proteção do CC e da sua blindagem, através da utilização de Materiais Avançados adaptativos e protetivos. Estes materiais poderão torná-lo mais leve, móvel, ágil, flexível e versátil, tanto na execução das suas missões, como na rápida manobra para evitar ser atingido por qualquer tipo de ameaça. A IA poderá ser empregue para melhorar o desempenho do CC em várias áreas, nomeadamente análise, processamento e interpretação de grandes volumes de dados, detecção automática de possíveis ameaças e identificação de alvos, otimização do uso de recursos e automatização de sistemas, levando à redução de carga de trabalho da guarnição e direcionando o foco para outros ângulos de importância idêntica. Concilia-se a implementação de sensores avançados e a possibilidade de realidade aumentada, facilitando a partilha de informações, em tempo real, com outras plataformas e aumentando a transparência do CB através da CS. Tal permitirá ao CC agir primeiro e estar sempre um “passo à frente” das eventuais ameaças que possam surgir. Para o sucesso do CC, este terá de garantir a segurança das suas redes de comunicação, não descurando a essência da conectividade. A integração de sistemas de comunicação avançados é fundamental para permitir a troca de informação crítica entre ativos operacionais, manter o comando e controlo, melhorar a coordenação de operações conjuntas, estabelecer redes de comunicação seguras e criptografadas, garantir a integridade e confidencialidade das informações transmitidas entre o CC, outras unidades aliadas e plataformas, evitando intercetções ou manipulações por parte do In. Uma outra proposta poderá ser a complementaridade entre o CC e VTNT ou *drones*, que protejam afincadamente o CC, abordando as primeiras ameaças.

Desta forma, foi possível responder à PP “*De que forma o Carro de Combate se pode moldar face às tecnologias emergentes e disruptivas?*”. Sobressaíram três possíveis

ramificações, pelas quais o CC poderá enveredar, tanto num futuro próximo como longínquo. Num futuro próximo, o CC poderá manter o seu conceito atual, evoluindo tecnologicamente, aprimorando os seus demais componentes e sistemas e aumentando a sua eficácia e precisão no combate. Uma outra possível derivação poderá passar por um cenário de armas combinadas, no qual o CC se faz acompanhar por outros *robots*, como VTNT e/ou *drones*. O CC mantém-se como “peça” principal, no entanto, os Sistemas Autónomos e não tripulados poderão servir para fins de reconhecimento, deteção e identificação de alvos, possibilitando uma resposta mais rápida por parte do CC, ou como uma primeira abordagem a ameaças, protegendo o CC. Num futuro longínquo, é plausível a elevada probabilidade do CC sofrer uma “transfiguração”, ou seja, passar a ser um sistema de armas sem guarnição, remotamente tripulado ou até mesmo completamente autónomo.

Esta investigação apresenta como contributos medidas e contramedidas relevantes a implementar no âmbito das capacidades ofensivas e defensivas do CC perante o desenvolvimento das TED. Extraí da Guerra Russo-Ucraniana a preponderância do CC, no conflito convencional, e coopera para uma melhor compreensão das TED, cada vez mais importantes em operações militares. Este trabalho mostra-se inovador, uma vez que aborda o impacto das ameaças emergentes e disruptivas no CC e exhibe como este se pode modernizar e moldar em relação aos avanços tecnológicos. O estudo identificou áreas tecnológicas, sistemas, equipamentos, *upgrades*, medidas e contramedidas, que o CC deve integrar, desenvolver e aprimorar, de maneira a garantir a sua sobrevivência.

Reconhece-se como limitação do TIA o facto do tema escolhido apresentar novidade, enquadrando-se numa análise preliminar e deliberadamente genérica. Trata-se de um exercício especulativo, pois muitas das TED, sistemas e equipamentos mencionados ao longo do trabalho, ainda não estão, efetivamente, integrados no CC e muitos dos projetos implementados noutras plataformas e viaturas não são projetos práticos pensados para o CC.

Neste seguimento, recomenda-se a elaboração, no futuro, de trabalhos de carácter semelhante, aplicados à exploração mais específica do impacto positivo e negativo e dos efeitos de uma única TED ou forma de guerra no CC, observando, pormenorizadamente, a maneira de “como a implementar”. Propõe-se, também, a análise do CC completamente autónomo e a influência da guarnição neste meio de combate e, ainda, a contemplação da alteração doutrinária, na esfera da tática e estratégia, atendendo o novo CB imposto pelas TED.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJLabs. (2023, January 25). Abrams and Leopard tanks: Why are they important to Ukraine? *ALJAZEERA*. <https://www.aljazeera.com/news/2023/1/25/abrams-vs-leopard-tanks-why-are-they-important-in-ukraine>
- Alpaydin, E. (2020). *Introduction to Machine Learning*. The MIT Press.
- Amiet, A., Edwards, D., Ibrahim, M., Mart, P., McAdam, G., St John, N., & Truong, V. (2010). *Exploitation of Smart Materials and Sensors as Disruptive Technologies*. Maritime Platforms Division.
- Andersson, C. (2022). *The Unmanned Ground Vehicles to be used in future military operations*.
- Antal, J. (2021). *The First War Won Primarily with Unmanned Systems Ten Lessons from the Second Nagorno-Karabakh War*.
- Army Recognition. (2023). M1A1 SA Situational Awareness main battle tank Army Recognition. *Army Recognition*. https://www.armyrecognition.com/united_states_army_heavy_armoured_vehicles_tank_uk/m1a1_sa_situational_awareness_main_battle_tank_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html
- Army Technology. (2016). Uran-9 Unmanned Ground Combat Vehicle. *Army Technology*. <https://www.army-technology.com/projects/uran-9-unmanned-ground-combat-vehicle/>
- Army Technology. (2023). Marker Anti-Tank Robotic Unmanned Ground Vehicle, Russia. *Army Technology*. <https://www.army-technology.com/projects/marker-anti-tank-ugv-russia/>
- Australian Army Research Centre. (2020). Quantum Technology: The Defence Imperative. *Australian Army Research Centre*. <https://researchcentre.army.gov.au/library/land-power-forum/quantum-technology-defence-imperative>
- Aziz, S. (2017). Lethal Autonomous Weapons Systems (LAWS): Security, Moral and Humanitarian Implications. *CISS Insight Quarterly Journal*.
- BAE Systems. (2017, September 11). *Unmanned tank of the future will be at centre of autonomous combat fleet*. BAE Systems. <https://www.baesystems.com/en/article/unmanned-tank-of-the-future-will-be-at-centre-of-autonomous-combat-fleet>

- Base Camp Conect. (2022). Real-Time Situational Awareness: The Key to Successful Military Operations. *Base Camp Conect*. <https://www.basecampconnect.com/real-time-situational-awareness/>
- Bisht, I. (2023). Russia Readying Tank-Killing Robots for Donbas, Claims Former Space Chief. *The Defense Post*. <https://www.thedefensepost.com/2023/02/01/russia-tank-killing-robots/>
- Bonbrest, N. (2022). Army advancing first hybrid electric Bradley. *U.S. Army*. https://www.army.mil/article/254124/army_advancing_first_hybrid_electric_bradley
- Breaking Defense Staff. (2020). How Active Protection Systems Knock Down Anti-Armor Threats for Both Legacy and Future Combat Vehicles. *Breaking Defense*. <https://breakingdefense.com/2020/01/how-active-protection-systems-knock-down-anti-armor-threats-for-both-legacy-and-future-combat-vehicles/>
- Britzky, H. (2022, abril 18). *No, tanks will not be obsolete in the wars of the future*. Task and Purpose. <https://taskandpurpose.com/news/tanks-obsolete-wars-russia-ukraine/>
- Bruno, E., Moreira, F. R., Inês, D., & Ribeiro, M. (2022). *A Instrumentalização das Tecnologias Emergentes e Disruptivas na área da Defesa por parte de atores internacionais: o caso da cooperação entre a NATO e a União*. ISCTE.
- Burgess, R. (2022). Berger: Ukraine War Demonstrates Vulnerability of Tanks to Missile-Armed Infantry. *Seapower*. <https://seapowermagazine.org/berger-ukraine-war-demonstrates-vulnerability-of-tanks-to-missile-armed-infantry/>
- Charles Coutteau, C. G., John Long, L. E., & Thomas Bentzel, M. F. (2005). *Active Protection Systems (APS)-Future Force Capabilities to Meet Current Force Needs*.
- Citino, R. (1999). *Path to Blitzkrieg: Doctrine & Training in the German Army, 1920-1939*. Lynne Rienner Publishers. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/9781685854140>
- Clapp, S. (2022). *Emerging disruptive technologies in defence*. <http://www.europarl.europa.eu/thinktank>
- Committee on Forecasting Future Disruptive Technologies, National Research Council, & Division on Engineering and Physical Sciences. (2010). *Persistent Forecasting of Disruptive Technologies - Report 2*. The National Academies Press.
- Correia, P. (2018). *Manual de Geopolítica e Geoestratégia*. Biblioteca Nacional de Portugal.
- Cruz, F. (2011). *Os Veículos Terrestres Não Tripulados nas unidades de reconhecimento* [Academia Militar]. <http://hdl.handle.net/10400.26/7856>

- Danylov, O. (2022, abril 26). *R18 octocopter from Aerorozvidka – Ukrainian drone destroying the enemy*. *Mezha*. <https://mezha.media/en/2022/04/26/r18-octocopter-from-aerorozvidka-ukrainian-drone-destroying-the-enemy/>
- Deb, S. (2021). Explained: How Explosive Reactive Armour Works? *DefenceXP*. <https://www.defencexp.com/explained-how-explosive-reactive-armour-works/>
- Delerue, F. (2020). *Cyber Operations and International Law*. Cambridge University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/9781108780605>
- EDA. (2022). Autonomy in Defence: Systems, Weapons, Decision-Making. *European Defence Matters*. <https://eda.europa.eu/webzine/issue14/cover-story/autonomy-in-defence-systems-weapons-decision-making>
- EDA. (2022). *Captech Ground Systems (Land)*. <https://eda.europa.eu/what-we-do/all-activities/activities-search/captech-ground-systems>
- EDA-B PRJ RT 1064. (2022). *Combat Unmanned Ground System – CUGS*.
- Eiriz, Q. (2022). *O Conflito de Nagorno-Karabakh de 2020: Lições aprendidas para a defesa antiaérea do século XX*. <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/IA/article/view/9221/7907>
- EODH. (2020). ASPIS Modular. *EODH*. <https://www.eodh.gr/activities/protection-solutions/aspis-modular-c-27.html>
- European Commission. (2022). *Innovative technologies for adaptive camouflage*.
- European Defence Agency. (n.d.). *Driven by Global Threats, Shaped by Civil High-Tech*. Acedido em 16 de março, 2023, from <https://eda.europa.eu/webzine/issue22/cover-story/driven-by-global-threats-shaped-by-civil-high-tech>
- Fan, R. (2017). Sistemas de Proteção Ativa (APS). *Defesanet*. <https://www.defesanet.com.br/tank/noticia/25834/sistemas-de-protecao-ativa-aps/>
- Fonseca, M. (2014). *O Conceito de Proteção da Força. Sistemas de Proteção para Carros de Combate face às Atuais Ameaças*. Academia Militar.
- Fontes, R., & Kamminga, J. (2023, março 25). Ukraine A Living Lab for AI Warfare. *National Defense Magazine*. https://www.realcleardefense.com/2023/03/25/ukraine_a_living_lab_for_ai_warfare_889456.html
- Fortin, M.-F. (1999). *O Processo de investigação: Da concepção à realização*. Lusociência.
- Foss, C., & Cazalet, M. (2022). Future Main Battle Tanks. *European Security and Defence*. <https://euro-sd.com/2022/12/articles/28414/future-main-battle-tanks/>

- Freedberg, S. (2020). Meet The Army's Future Family Of Robot Tanks: RCV. *Breaking Defense*. <https://breakingdefense.com/2020/11/meet-the-armys-future-family-of-robot-tanks-rcv/>
- Freedberg, S. (2021). Future Tank: Beyond The M1 Abrams. *Breaking Defense*. <https://breakingdefense.com/2021/04/future-tank-beyond-the-m1-abrams/>
- Freitas, E., & Prodanov, C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico* (2nd ed.). FEEVALE.
- Freixo, M. (2012). *Metodologia Científica Fundamentos, Métodos e Técnicas*. Instituto PIAGET.
- Gadekar, A., Aher, J., Deshmukh, P., & Fulsundar, S. (2023). Rakshak: A Modular Unmanned Ground Vehicle for Surveillance and Logistics Operations. *Cognitive Robotics*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cogr.2023.02.0>
- Gardner, F. (2022). Ukraine war: Is the tank doomed? *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/uk-61967180>
- General Dynamics. (2020, September 1). *In The News: America's Tank Division Modernizes Electronic Warfare Capabilities*. General Dynamics. <https://gdmissionsystems.com/articles/2020/09/01/in-the-news-army-tanks-modernize-electronic-warfare-systems-tews>
- Gil, A. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social* (6th ed.). Atlas.
- Global Defence Technology. (n.d.). *UGVS are coming, but can they replace tanks?* Global Defence Technology. Acedido em 29 de março, 2023, from https://defence.nridigital.com/global_defence_technology_feb20/ugvs_are_coming_but_can_they_replace_tanks
- Global Security. (n.d.). Armed Robotic Vehicle (ARV) UGV. *Global Security*. Acedido em 3 de abril, 2023, from <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/fcs-arv.htm>
- Global Security. (n.d.). RCV-H Heavy. *Global Security*. Acedido em 24 de março, 2023, from <https://www.globalsecurity.org/military//systems//ground//rcv-h.htm>
- Global Security. (2020). Slat Armor. *Global Security*. <https://www.globalsecurity.org/military/intro/armor-slat.htm>
- gmv. (2020). GMV participates in the European defense program for the development of an unmanned ground vehicle. *Gmv*. <https://www.gmv.com/en/communication/news/gmv-participates-european-defense-program-development-unmanned-ground-vehicle>

- Grabianowski, E. (2022). *How Military Robots Work*. Howstuffworks. <https://science.howstuffworks.com/military-robot.htm>
- Guimarães, T. (2022, August 3). Forças azeris atacam Nagorno-Karabakh e poem em xeque negociações de paz com a Armênia. *O Globo*. <https://oglobo.globo.com/mundo/noticia/2022/08/forcas-azeris-atacam-nagorno-karabakh-e-poem-em-xeque-negociacoes-de-paz-com-a-armenia.ghtml>
- Haig, Z. (2015). *Electronic Warfare in Cyberspace*. <https://doi.org/10.5604/23008741.1189275>
- Hambling, D. (2022, July 14). Ukraine's Next-Gen Anti-Tank Drones Are Bigger, Tougher And Much Smarter. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2022/07/14/ukraines-next-gen-anti-tank-drones-are-bigger-tougher-and-much-smarter/?sh=29af6b073c4e>
- Harvard University. (2015). Unmanned Aircraft Systems / Drones. *Risk Management & Audit Services*. <https://rmas.fad.harvard.edu/unmanned-aircraft-systems-drones>
- Hawkes, J. (2022). Primer: AFV Situational Awareness. *The Institute of Tanknology*. <https://www.tanknology.co.uk/post/afv-sa>
- Hoehn, J. (2022). *Role of EW in Military Operations*. <https://crsreports.congress.gov>
- House, J. (2001). *Combined Arms Warfare in the Twentieth Century*. University Press of Kansas.
- Hutchins, D. (2023). Robotics, Autonomous Systems, and the Future of the US Military. *Market Connections*. <https://www.marketconnectionsinc.com/robotics-autonomous-systems-and-the-future-of-the-us-military/>
- IBM. (n.d.). *What is artificial intelligence (AI)?* IBM. Acedido em 19 de maio, 2023, from <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>
- IntroBooks Team. (2020). *Artificial Intelligence in Military*. IntroBooks.
- Jensen, E., & Alcalá, R. (2019). *The Impact of Emerging Technologies on the Law of Armed Conflict*. Oxford University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/oso/9780190915322.001.0001>
- Joint Air Power Competence Centre. (n.d.). *Joint Air Power Competence Centre A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems*.
- Joint Publication 3-13.1. (2012). *Electronic Warfare*.
- Joint Robotics Program. (2004). Master Plan. In 2004.
- Kallenborn, Z. (2021). Swarm Talk: Understanding Drone Typology. *Modern War Institute*. <https://mwi.usma.edu/swarm-talk-understanding-drone-typology/>

- Katoch, G. (2021). The Looming Drone Threat. *LandForces*.
<https://www.spslandforces.com/story/?id=750&h=The-Looming-Drone-Threat>
- Katoch, G. (2022). Modern Wars and the Curtain Call of the Main Battle Tank. *Centre for Land Warfare Studies*. <https://www.claws.in/publication/modern-wars-and-the-curtain-call-of-the-main-battle-tank/>
- Kayser, D. (2021). *Increasing autonomy in weapons systems - FINAL*.
<https://paxforpeace.nl/media/download/Increasing%20autonomy%20in%20weapons%20systems%20-%20FINAL.pdf>
- Kofman, M. (2020, December 21). A Look at the Military Lessons of the Nagorno-Karabakh Conflict. *The Moscow Times*. <https://www.themoscowtimes.com/2020/12/21/a-look-at-the-military-lessons-of-the-nagorno-karabakh-conflict-a72424>
- Koreen, N. (2009). *Airburst Non-Lethal Munition Reaches Milestone B*.
<https://jnlwp.defense.gov/Media/News/Article/577782/airburst-non-lethal-munition-reaches-milestone-b/>
- Lee, R. (2022). The Tank is not obsolete, and other observations about the future of combat. *War on the Rocks*. <https://warontherocks.com/2022/09/the-tank-is-not-obsolete-and-other-observations-about-the-future-of-combat/>
- Lele, A. (2019). *Disruptive Technologies for the Militaries and Security* (1st ed.). Springer Singapore.
- Lye, H. (2020). Will unmanned ground vehicles replace tanks? *Army Technology*.
<https://www.army-technology.com/features/will-unmanned-ground-vehicles-replace-tanks/>
- Mao, M., Xie, F., Hu, J. jun, & Su, B. (2014). Analysis of workload of tank crew under the conditions of informatization. *Defence Technology*, 10(1), 17–21.
<https://doi.org/10.1016/j.dt.2013.12.008>
- Marchant, G., Abbott, K., & Allenby, B. (2013). *Innovative Governance Models for Emerging Technologies*. Edward Elgar Publishing Limited.
- Marchant, G., Silberman, J., Allenby, B., Arkin, R., Barrett, E., Borenstein, J., Gaudet, L., Kittrie, O., Lin, P., O'Meara, R., & Lucas, G. (2011). International Governance of Autonomous Military Robots. *Columbia University Libraries*.
- Marques, J. (2023). Will Artificial Intelligence and “war robots” be part of the next stage in the war in Ukraine? *Euronews*. <https://www.euronews.com/2023/01/26/will-artificial-intelligence-and-war-robots-be-part-of-the-next-stage-in-the-war-in-ukrain>

- Maslen, S., Stauffer, H., Homaioounnejad, M., & Weizmann, N. (2018). *Drones and Other Unmanned Weapons Systems under International Law*. Library of Congress Cataloging.
- Maxwell, P. (2020). Artificial Intelligence is the future of Warfare (Just not in the way you think). *Modern War Institute at West Point*. <https://mwi.usma.edu/artificial-intelligence-future-warfare-just-not-way-think/>
- McFadden, C. (2022). How drones unsettle the domination of tanks on the battlefield Will drones end the age of tanks? *Interesting Engineering*. <https://interestingengineering.com/innovation/tanks-drones-battlefield>
- Mehara, M., Goswami, C., Ranjan Kumar, S., Singh, G., & Kumar Wagdre, M. (2021). Performance evaluation of advanced armor materials. *Materials Today: Proceedings*, 47, 6039–6042. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.611>
- Meyer, T. (1998). *Active Protective Systems: Impregnable Armor or Simply Enhanced Survivability?*
- Military Aerospace Electronics. (2021). Battlefield experts considering M1 Abrams main battle tank for command and control of unmanned vehicles. *Military Aerospace Electronics*.
- Military.com. (2004, abril 21). *Army Focusing on “Easy” Laser Weapons*. <https://www.military.com/defensetech/2004/04/21/army-focusing-on-easy-laser-weapons>
- Mitzer, S., Janovsky, J., & Oliemans, J. (2022). Attack On Europe: Documenting Russian Equipment Losses During The 2022 Russian Invasion Of Ukraine. *Oryx*. <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html>
- Mizokami, K. (2018). The See-Through Tanks Are Coming. *Popular Mechanics*. <https://www.popularmechanics.com/military/a22853524/the-see-through-tanks-are-coming/>
- Moreira, C. (1994). *Planeamento e Estratégias da Investigação Social*. Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas.
- Morozov, M. (n.d.). Augmented Reality in Military: AR Can Enhance Warfare and Training. *Jasoren*. Acedido em 3 de maio, 2023, from <https://jasoren.com/augmented-reality-military/>

- Muspratt, A. (2019, January 25). *Maintaining NATO overmatch: Modernising armoured vehicles*. Defence IQ. <https://www.defenceiq.com/armoured-vehicles/articles/future-armoured-vehicle-requirements>
- Muspratt, A. (2019, July 15). *Why adaptability is key for armoured vehicle design*. Defence IQ. <https://www.defenceiq.com/armoured-vehicles/articles/armored-vehicle-adaptability>
- National Academy of Sciences, Institute of Medicine, & National Academy of Engineering. (2002). *Technology Development for Army Unmanned Ground Vehicles*. The National Academies Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.17226/10592>
- NATO. (2021). *Delivering NATO Air & Space Power at the Speed of Relevance*.
- NATO. (2022). *Emerging and disruptive technologies*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_184303.htm
- NATO Science & Technology Organization. (2020). *Science & Technology Trends 2020-2040*. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf
- NATO's ACT. (2021). *Emerging and Disruptive Technologies, Lessons Learned and NATO's Centres of Excellence – the Highlights of General Lanata's Visit to Portugal*. <https://www.act.nato.int/articles/sact-visits-portugal-2021>
- Nikolov, B. (2022). *Merkava 5 is coming – hard-kill APS, helmets similar to F-35's pilot. Bulgarianmilitary*. <https://bulgarianmilitary.com/2022/08/30/merkava-5-is-coming-hard-kill-aps-helmets-similar-to-f-35s-pilot/>
- Obering, H. (2020). *Directed Energy Weapons Are Real . . . And Disruptive*.
- OECD. (2023). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023 Enabling Transitions in Times of Disruption: Enabling Transitions in Times of Disruption*. OECD Publishing.
- O'Meara, R. (2014). *Governing Military Technologies in the 21st Century: Ethics and Operations*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/https://doi.org/10.1057/9781137449177>
- Osborn, C. (2021). *How Artificial Intelligence Is Changing Tank Warfare*. *The National Interest*. <https://nationalinterest.org/blog/reboot/how-artificial-intelligence-changing-tank-warfare-178386>
- Osborn, K. (2022). *Army Maps Plans for Future Tanks, Heavy Armor & Robot Attacks The new AbramsX was recently unveiled by General Dynamics Land Systems. Warrior*

- Maven Center for Military Modernization*. <https://warriormaven.com/land/army-maps-plans-for-future-tanks-heavy-armor-robot-attacks>
- Osborn, K. (2023). New AbramsX -- AI-Enabled, Fuel-Efficient, Unmanned Turret & “Silent” Attack. *Warrior Maven*. <https://warriormaven.com/land/-abramsx-ai-enabled-fuel-efficient-unmanned-turret-silent-attack>
- Parken, O. (2023). M1 Abrams Tank Tested With AI Targeting System. *RealClear Defense*.
- Peruzzi, L. (2022). Active Protection Systems and Suite Controllers for Combat Vehicles. *European Security and Defence*. <https://euro-sd.com/2022/03/articles/exclusive/25287/active-protection-systems-and-suite-controllers-for-combat-vehicles/>
- PESCO. (2022). *Counter Unmanned Aerial System (C-UAS)*. <https://www.pesco.europa.eu/project/counter-unmanned-aerial-system-c-uas/>
- Pike, J. (2001). *The military uses of outer space*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.sipri.org/sites/default/files/11%20%282001%29.pdf>
- Pitre, B. (2021, June 30). The Future Of Drones: Outer Space, Urban Landscapes And Business Tasks. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/06/30/the-future-of-drones-outer-space-urban-landscapes-and-business-tasks/?sh=28bb47a3e5d5>
- Price, A. (2000). *The History of US Electronic Warfare: Rolling thunder through allied force, 1964 to 2000*. Association of Old Crows.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (1988). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. gradiva.
- Robitzski, D. (2019). The Military Wants to Build Deadly AI-Controlled Tanks. *Futurism*. <https://futurism.com/military-build-deadly-ai-controlled-tanks>
- Roboteam. (2023, October 1). *Armed Medium-Sized UGV*. SAE International Mobility Engineering. <https://www.mobilityengineeringtech.com/component/content/article/adt/pub/features/application-briefs/46779>
- Rodrigues, J. (2023). “O melhor carro de combate do mundo”: o que ele vale mesmo contra a Rússia. *CNN Portugal*. <https://cnnportugal.iol.pt/guerra/ucrania/o-melhor-carro-de-combate-do-mundo-o-que-ele-vale-mesmo-contr-a-russia/20230124/63ceda730cf2cf9224f5ae27>
- Roff, H. (2014). The Strategic Robot Problem: Lethal. *Journal of Military Ethics*.

- Rogeiro, N. (2022, December 9). *Guerra Fria: no sofá com Estaline*. <https://sicnoticias.pt/guerra-fria/2022-12-09-Guerra-Fria-no-sofa-com-Estaline-186d15f9>
- Rosado, P. (2017). *Elementos Essenciais de Sociologia Geral*. gradiva.
- Saballa, J. (2022). UK Seeks to Install Quantum Computers in Battlefield Tanks. *The Defense Post*. <https://www.thedefensepost.com/2022/06/15/uk-quantum-computers-tanks/>
- Sarewitz, D., Thernstrom, S., & Alic, J. (2012). *Energy Innovation at the Department of Defence Assessing the Opportunities*.
- Sarmiento, M. (2008). *Guia Prático sobre a Metodologia Científica para a Elaboração, Escrita e Apresentação de Teses de Doutorado, Dissertações de Mestrado e Trabalhos de Investigação Aplicada*. Universidade Lusíada Editora.
- Sayler, K. M., & Feickert, A. (2022). *Department of Defense Directed Energy Weapons: Background and Issues for Congress*.
- Scharre, P. (2018). *Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War*. W.W. Norton.
- Seck, H. (2022). AbramsX Tank launches Kamikaze Drones and goes Electric. *Sandboxx*. <https://www.sandboxx.us/blog/abramsx-tank-launches-kamikaze-drones-and-goes-electric/>
- Sequeira, V. (2020, abril 22). Sistema de Comando e Controlo BMS – Battlefield Management System. *Revista Atoleiros*. https://www.researchgate.net/figure/Estrutura-de-rede-BMS-para-o-Grupo-de-Carros-de-Combate_fig2_341576980
- Shaikh, S., & Rumbaugh, W. (2020). The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh: Lessons for the Future of Strike and Defense. *CSIS*. <https://www.csis.org/analysis/air-and-missile-war-nagorno-karabakh-lessons-future-strike-and-defense>
- Shamsunahar, I. (2020). Could Tanks Become Obsolete Like the Battleship? *The National Interest*. <https://nationalinterest.org/blog/reboot/could-tanks-become-obsolete-battleship-167878>
- Shepherd, A. (2010). *Electric Armour for Armoured Vehicles (ELAV)-Executive Summary*.
- Soare, S. (2021). Innovation as Adaption: NATO and Emerging Technologies. *GMF*. <https://www.gmfus.org/news/innovation-adaptation-nato-and-emerging-technologies>

- SOFREP. (2022). Watch the Switchblade Suicide Drone in action against a russian Tank. In *SOFREP*. <https://sofrep.com/amp/news/watch-the-switchblade-suicide-drone-in-action-against-a-russian-tank/>
- Strout, N. (2020). How the Army plans to revolutionize tanks with artificial intelligence. *C4ISRNet Logo*. <https://www.c4isrnet.com/artificial-intelligence/2020/10/29/how-the-army-plans-to-revolutionize-tanks-with-artificial-intelligence/>
- Suciu, P. (2022, maio 24). *The Tank Has Proven Successful in the Past: Does it Have a Future?* Clearance Jobs. <https://news.clearancejobs.com/2022/05/24/the-tank-has-proven-successful-in-the-past-does-it-have-a-future/>
- Sullivan, B. (2023). What is the Leopard 2 tank, and why does Ukraine want it? *Npr*. <https://www.npr.org/2023/01/20/1150416982/leopard-2-tank-ukraine>
- Sutar, V., Dharankar, C. S., & Raju, B. T. (2016). High Strength Steel for Automotive Applications. *International Research Journal of Engineering and Technology*. www.irjet.net
- The National Interest. (2022). Abrams X: The Army's Newest Heavy Tank Is Unstoppable. *The National Interest*. <https://nationalinterest.org/blog/buzz/abrams-x-army%E2%80%99s-newest-heavy-tank-unstoppable-205328>
- The Thinker. (2023). US/NATO ISR Addendum: Deep Dive Into The Delta Leaks. *Simplicius*. <https://simplicius76.substack.com/p/usnato-isr-addendum-deep-dive-into>
- Think Defence. (2012). Vehicle Protection. *Think Defence*. <https://thinkdefence.wordpress.com/2012/02/16/vehicle-protection/>
- Towaha, S. (2018). *Building Smart Drones with ESP8266 and Arduino*. Packt Publishing.
- Trevithick, J., & Parken, O. (2023). M1 Abrams Tank Tested With Artificial Intelligence Targeting System The Advanced Targeting and Lethality Aided System provides tank operators with computer-generated target and fire options. *The Warzone*. <https://www.thedrive.com/the-war-zone/m1-abrams-tank-tested-with-artificial-intelligence-targeting-system>
- Tsereteli, A. (2022). Use of Technologies in the Russia-Ukraine War. *Friedrich Naumann Foundation*. <https://www.freiheit.org/ukraine-and-belarus/use-technologies-russia-ukraine-war>
- University of California Institute for Prediction Technology. (2023). *When Tanks Get An Upgrade: How The Military Is Using AI On The Battlefield*. <https://predictiontechnology.ucla.edu/when-tanks-get-an-upgrade-how-the-military-is-using-ai-on-the-battlefield/>

- Venugopal, S., Rajesh, K. K., & Ramanujachari, V. (2011). Hybrid rocket technology. In *Defence Science Journal* (Vol. 61, Issue 3, pp. 193–200). Defense Scientific Information and Documentation Centre. <https://doi.org/10.14429/dsj.61.518>
- Veritas, V. (2023). Space for Ukraine: Starlink and the People’s Satellite In Action. *Groundstation*. <https://www.groundstation.space/space-for-ukraine-how-satellites-give-ukraine-an-advantage-and-what-they-see-in-inaccessible-places/>
- Verma, P. (2022, October 12). The next U.S. battle tank could use AI to identify targets. *The Washington Post*. <https://www.stripes.com/theaters/us/2022-10-12/us-battle-tank-could-use-ai-to-identify-targets-7666254.html>
- Yang, L., & Xu, J. (2021). Analysis on the development of active protection system for tanks and armored vehicles. *Journal of Physics: Conference Series*, 1855(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1855/1/012034>

APÊNDICES

APÊNDICE A – MODELO DE ANÁLISE

Quadro 3 – Modelo de Análise

OG	Analisar a adaptação do Carro de Combate às tecnologias emergentes e disruptivas.				
PP	De que forma o Carro de Combate se pode moldar face às tecnologias emergentes e disruptivas?				
Cap	Conceito	Dimensões	Variáveis	Indicadores	Técnicas de recolha de dados
1	Enquadramento Conceptual	Contextualização doutrinária; Guerra Russo-Ucraniana.	Historico-militar	Evolução do CC; Emprego tático do CC.	Análise documental.
				Mudança dos cenários de guerra	
3	Dimensões tecnológicas: Atualidade e prospetiva	Impacto das TED no CC	Sistemas Autónomos	Caracterização dos SANT e VTNT	Análise documental; Entrevistas semiestruturadas.
			IA, <i>Big Data</i> , Robótica	Aceleração exponencial tecnológica	
			Espaço, Tecnologia Quântica	Caracterização de ferramentas comunicacionais e computacionais	
			AED	Formas de emprego	
			Materiais Avançados	Consequências na blindagem	
OE 1: Caracterizar as dimensões das tecnologias emergentes e disruptivas dada a conflitualidade atual.					
PD 1: Quais as ameaças emergentes e disruptivas dada a conflitualidade atual?					
OE 2: Compreender o impacto das tecnologias emergentes e disruptivas no Carro de Combate.					
PD 2: Qual o impacto das tecnologias emergentes e disruptivas atualmente conhecidas no Carro de Combate?					

4	Desafios para o Carro de Combate no futuro à luz do novo panorama tecnológico	Contramedidas e Implementações Tecnológicas no CC	Mobilidade, Adaptabilidade	Consequências da energia e propulsão	Análise documental; Entrevistas semiestruturadas.
			Poder de Fogo, Letalidade	Alterações no armamento	
			Proteção, Sobrevivência	Caracterização da proteção passiva, reativa e ativa; benefícios da IA na guarnição	
			Conectividade	Integração das tecnologias de informação e comunicação	
			Autonomia	Complementaridade do CC com VTNT e <i>Drones</i>	
			Projetos	Desenvolvimentos internacionais (UE, NATO)	
OE 3: Caracterizar as contramedidas e implementações tecnológicas no Carro de Combate para neutralização das ameaças emergentes e disruptivas.					
PD 3: Que tipo de contramedidas e implementações tecnológicas devem ser integradas no Carro de Combate para neutralização das ameaças emergentes e disruptivas?					
OE 4: Caracterizar as implementações tecnológicas emergentes e disruptivas no Carro de Combate para aprimoramento das suas capacidades.					
PD 4: Que tipo de implementações tecnológicas emergentes e disruptivas devem ser integradas no Carro de Combate, que influenciem positivamente as suas capacidades?					
Raciocínio:		Indutivo			
Desenho de pesquisa:		Análise Documental; Entrevistas semiestruturadas			
Estratégia de investigação		Qualitativa			
Objeto de estudo:		CC; TED			
Delimitação temporal:		Atualidade/Futuro			
Delimitação espacial:		NATO; UE (EDA); EP (EME); EMGFA; Exército espanhol			
Conteúdo:		Caracterização das TED; Caracterização de contramedidas e implementações tecnológicas no CC; Projetos e programas em desenvolvimento			

APÊNDICE B – CORPO DE CONCEITOS

Quadro 4 – Corpo de Conceitos

Conceito/Terminologia	Sub-Conceito	Definição/Significado	Referência
CC		Versão clássica do veículo tripulado, Sistema de armas que reúne as capacidades de poder de fogo, choque e mobilidade.	Definição própria
TED		“Tecnologias que mudam significativamente as regras ou o modo de conduzir conflitos dentro de uma ou mais gerações”, revolucionando as futuras capacidades, estratégias e operações militares.	European Defence Agency
Prazo de implementação	Curto	Tecnologia atinge a maturidade dentro dos próximos 5 anos.	European Defence Agency
	Médio	Tecnologia atinge a maturidade dentro dos próximos 10-15 anos.	
	Longo	Tecnologia atinge a maturidade após os 20 anos.	
Paradigma da conflitualidade atual		Guerra Russo-Ucraniana, Futuro próximo, “Guerra total”, Conflito convencional.	Definição própria
Cenário multidimensional		Vetor aéreo (ex.: <i>Drone</i>) e terrestre (ex.: VTNT).	Definição própria
Munições <i>airburst</i>		Projéteis ou artefactos explosivos projetados para detonar no ar, em vez de atingir diretamente um alvo no solo. É criada uma explosão a uma determinada altitude, na qual se gera uma dispersão mais ampla de fragmentos, causando danos numa área maior.	(Koreen, 2009)
<i>Drone</i>		Refere-se a qualquer tipo de aeronave não tripulada. Pode ser, igualmente considerado, SANT ou VANT.	European Commission
	SANT	Terminologia mais técnica de uma aeronave não tripulada, que se refere ao conjunto completo de componentes que compõem o sistema: o próprio equipamento, o operador, o controlo remoto e o sistema de comando e controlo.	(Joint Air Power Competence Centre, n.d.)
	VANT	Aeronave não tripulada, que pode voar autonomamente, executando tarefas pré-programadas ou tomando decisões com base em algoritmos e sensores, ou ser pilotada remotamente. Pode ser descartável ou recuperável e pode transportar uma carga letal ou não letal.	(Harvard University, 2015)
	LM	Também conhecida como um <i>drone</i> suicida: é uma categoria de sistemas de armas aéreas, em que a munição paira em torno da área do alvo, por algum tempo, atacando somente quando o alvo é localizado.	Market Forecast
VTNT		Veículos terrestres controlados remotamente, por meio de sistemas de comunicação sem fio ou programados para operar de forma autónoma, utilizando sensores e algoritmos para navegar e executar tarefas específicas. Podem ser classificados como <i>light</i> , <i>medium</i> ou <i>heavy</i> .	Permanent Structured Cooperation
Autonomia		Capacidade de um sistema ou dispositivo operar de forma autónoma, operando com um alto grau de independência, sem intervenção humana constante. Inclui a capacidade de recolha de informações, processamento e análise de dados, tomada de decisões e execução de ações de acordo com seus próprios algoritmos, programação ou <i>machine learning</i> .	European Defence Agency
	<i>Human-on-the-loop</i>	Configuração, na qual o operador humano tem a capacidade de monitorizar, avaliar e intervir no funcionamento do sistema, mesmo que a maior parte das operações seja executada de forma autónoma. Pode ser feito através do acesso	(NATO, 2021)

		a informações em tempo real, da comunicação com o sistema e da capacidade de assumir o controlo direto em certas situações críticas.	
Robotização		Processo, que incorpora a automação e a utilização de <i>robots</i> para realização de tarefas de forma autónoma, sem a necessidade de intervenção humana direta, melhorando a eficiência e produtividade nas operações.	TechTarget
IA		Campo da ciência da computação, que se concentra no desenvolvimento de sistemas e programas de computador, capazes de executar tarefas através da criação de algoritmos e modelos ao adquirir conhecimento, raciocinar, tomar decisões, solucionar problemas e aprender com a experiência.	(IBM, n.d.)
	Machine Learning	Subárea da IA, que se concentra no desenvolvimento de algoritmos e técnicas, que permitem aos sistemas computacionais aprender e melhorar a partir dos dados. Os sistemas são capazes de aprender e fazer previsões ou tomar decisões com base em padrões e informações contidas nos dados.	(IBM, n.d.)
	Big Data	Conjunto de dados extremamente volumosos, complexos e variados, que excedem a capacidade de processamento dos sistemas tradicionais, levando a melhores decisões, à otimização de processos e identificação de padrões.	(IBM, n.d.)
AED		Armas, que utilizam energia eletromagnética concentrada, em vez de energia cinética, para "incapacitar, danificar, desativar ou destruir equipamentos, instalações e/ou pessoal inimigo".	(Sayler & Feickert, 2022)
GE		“Ação militar que envolve o uso de energia eletromagnética e energia direcionada para controlar o espectro eletromagnético ou atacar o In”.	Joint Publication 3-13.1(2012, p. viii)
Guerra Cibernética		Envolve o emprego da <i>Internet</i> e da tecnologia computacional, ocorrendo no espaço digital, no qual ataques e defesas são realizados em sistemas de computadores, redes, infraestruturas de tecnologia da informação e comunicação (TIC) e outros dispositivos conectados. Utiliza técnicas e tecnologias cibernéticas para influenciar, interromper, danificar ou destruir sistemas de informação e comunicação de um adversário.	(Delerue, 2020, p. 35 e 39)
Jamming		Técnica utilizada para interferir, intencionalmente, com sistemas de comunicação, como redes sem fio, rádio, satélite ou sistemas de transmissão, com o objetivo de prejudicar ou bloquear a receção e transmissão de sinais.	(Hoehn, 2022)
Tecnologia Quântica		Utiliza as leis da mecânica quântica para resolver problemas muito complexos para os computadores clássicos.	(IBM, n.d.)
CS		Capacidade de interpretar de forma precisa o contexto operacional, extraíndo informações relevantes do CB. Permite uma tomada de decisão informada, uma resposta adequada às circunstâncias e um apoio no comando e controlo, identificando riscos e ameaças ao CC. Envolve a recolha, análise e interpretação de dados.	Definição própria
	Sistemas em rede	Sistemas de computação e comunicação que estão interligados e interconectados, permitindo a troca de informações entre equipamentos e viaturas. (Ex.: Programa DELTA)	Definição própria
Proteção Passiva		Entende-se a restrição imposta à eficácia de um ataque ou o limitar das suas consequências. Associa-se o conceito de defesa indireta, que se traduz no aprimoramento da invulnerabilidade do CC, no que tange à ameaça, seja pela redução da silhueta do CC, pelo emprego de blindagens adicionais e sistemas, que impeçam a deteção deste meio de combate.	(Fonseca, 2014)
SPA		Deteta a ameaça e forma um sistema de defesa de contra-ataque a médias e curtas distâncias, disparando uma medida cinética. Uma espécie de bolha é formada em torno do CC que consegue interceptar e destruir, através de tiro direto, todas as ameaças, antes de as mesmas atingirem o meio de combate. Este sistema consiste em um ou mais sensores, que detetam a ameaça, num dispositivo de computação e processamento de dados, que permite a identificação da ameaça e inicia as devidas contramedidas, e num dispositivo de contramedida que pode destruir ou desativar a ameaça.	(Yang & Xu, 2021)
Adaptabilidade		Capacidade de um veículo responder a diferentes cenários de combate, conseguindo executar uma variedade de missões, através da modulação das suas componentes e especificações de <i>design</i> .	(Muspratt, 2019)

APÊNDICE C – CLASSIFICAÇÃO DOS ENTREVISTADOS

²⁷Quadro 5 – Classificação dos Entrevistados

Entrevistado	Nome	Divisão/Função/Ocupação Profissional	Posto/Arma	Unidade	Data
E1	Major João Marques	Divisão da Repartição de Doutrina, Normalização e Lições Aprendidas (DDNLA)	Maj Eng	EME	13/04/2023
E2	Tenente-Coronel Simão Sousa	Adjunto Militar do CEMGFA	TCor Art	EMGFA	14/04/2023
E3	Major Almeida Carqueijo	Coordenador de Área da Repartição de Capacidades, da Divisão de Planeamento de Forças; Representante do EXE no Grupo de Trabalho Land Capability Group Land Engagement (LCGLE), do NATO Army Armaments Group (NAAG)	Maj Art	EME; NATO	17/04/2023
E4	Major-General Carlos Branco	Especialista em assuntos político-militares e relações internacionais	MGen	NATO	19/04/2023
E5	Doutor Nuno Rogeiro	Investigador, autor e analista em questões de defesa e segurança		Nacional	19/04/2023
E6	Tenente-Coronel Mário Martinho	CapTech Land Moderator/Project Officer Land Systems Technologies	TCor Eng	EDA	20/04/2023
E7	Tenente-Coronel Ricardo Silva	Coordenador da DDNLA	TCor Inf	EME	20/04/2023
E8	Capitão Ignacio García-Gutiérrez	Auxiliar de Inteligência (AS-2)	Cap	BICC I/16	21/04/2023
E9	Tenente-General Marco Serronha	Anterior Chief of Staff of the Joint Command for Military Operations	TGen	NATO	11/05/2023

²⁷ DDNLA atualizada para Divisão de Inovação e Doutrina

APÊNDICE D – DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Termo de consentimento da entrevista por escrito

O objetivo deste documento é especificar as condições da participação numa entrevista por escrito, concedida à Aspirante Andrade, tendo em vista a elaboração da sua dissertação de mestrado, na Academia Militar, intitulada “O paradigma do Carro de Combate no futuro: Desafios e Dimensões tecnológicas”. O Trabalho de Investigação Aplicada (TIA) está integrado na área científica da Organização e Tática, centrado na temática do Carro de Combate (CC) direcionado às tecnologias emergentes e disruptivas (TED), e bem assim, na estrutura curricular dos cursos ministrados pela Academia Militar (AM), especificamente no curso de Ciências Militares, na especialidade de Cavalaria. Como objetivo geral exploratório, o presente TIA pretende prospetar os desafios e dimensões tecnológicas do CC, no futuro, assentes na atual evolução do CB e nas ameaças emergentes e disruptivas; no desenvolvimento, tanto no armamento como no equipamento; e no surgimento de contramedidas/mecanismos ofensivos e defensivos do CC em relação às TED.

A entrevista será em formato X, sendo composta por um guião com quatro/seis perguntas, que se anexa.

A participação é voluntária e pode ser interrompida a qualquer momento.

O entrevistado autoriza o uso do seu nome e atual ocupação profissional, única e exclusivamente, no âmbito académico a que este trabalho se destina.

Foi disponibilizada ao entrevistado toda a informação relativamente aos objetivos da pesquisa, ao tratamento e utilização dos dados.

Li e compreendi os pontos e declarações do termo de consentimento, tendo recebido o mesmo assinado pelo entrevistador.

Assinatura do Investigador

Assinatura do Entrevistado

APÊNDICE E – GUIÃO DA ENTREVISTA

Nome:

Ocupação profissional:

Data:

- 1) Considera que o Carro de Combate continua a ser um ativo válido e preponderante no conflito armado?
- 2) Como caracteriza o cenário atual relativo à evolução e evidência de ameaças tecnológicas emergentes e disruptivas?
- 3) De que maneira as TED têm transformado as operações militares e qual o seu impacto no CC?

4) Após revisão de literatura e tendo por base as áreas tecnológicas prioritárias da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO) e as TED da *European Defence Agency* (EDA), destaquei as seguintes TED:

- A- Inteligência Artificial (IA);
- B- *Big Data*;
- C- Autonomia;
- D- Energia e Propulsão;
- E- Materiais Avançados;
- F- Tecnologia Quântica;
- G- Tecnologia Hipersônica;
- H- Espaço;
- I- Robótica e Sistemas Autónomos (Sistemas Aéreos Não Tripulados (SANT) - *Drones*; Veículos Terrestres Não Tripulados (VTNT));
- J- Armas de Energia Dirigida (AED);
- K- Guerra Eletrónica (GE) e Guerra Cibernética.

Quais considera mais críticas para o CC, exigindo urgente resposta?

5) Observando o paradigma atual do CC e tendo em conta desafios vindouros das TED, na sua opinião, que contramedidas e sistemas ofensivos/defensivos estão e/ou deveriam ser implementados para potenciar a sobrevivência no CC?

6) Como perspetiva o CC no futuro? / Como percebe o CC no futuro, perspetivando se passará:

- A - pela já iniciada implementação de contramedidas no CC face às TED;
- B - pela integração de meios complementares exteriores ao CC, como primeira abordagem à ameaça;
- C - pela transfiguração do CC enquanto meio de combate não tripulado;
- D - por qualquer outra hipótese (programas/projetos).

APÊNDICE F – SÍNTESE DAS ENTREVISTAS

Quadro 6 – Síntese das Entrevistas do Guião da Entrevista

Entrevistado	Expressões Chave – Pergunta 1	Ideias destacadas
Entrevistado 1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Se olharmos para a história, o CC sempre foi um ativo importante, apesar das suas táticas de emprego terem vindo a ser alteradas ao longo do tempo. Na 1GM eram empregues para apoiar a progressão das tropas de infantaria, rompendo os sistemas defensivos até então difíceis de transpor a pé ou a cavalo face à cadência de tiro que advinha das trincheiras. Na 2GM imprimiram um carácter dinâmico à guerra, permitindo conjugar poder de fogo, movimento, proteção e comunicações. Nos conflitos mais recentes temos vindo a assistir ao seu emprego em ambientes urbanos e em conjugação com outras tipologias de forças.” ➤ “Se olharmos para o conflito na Ucrânia, apesar de toda a tecnologia disponível, não considero que os avanços decisivos estejam a ser conseguidos à custa das tecnologias emergentes e disruptivas. Não são os robôs que estão a vencer a guerra. O CC continua a ser relevante. É um meio eficaz e um elemento extremamente dissuasor.” 	O CC sempre foi um ativo válido e preponderante nos conflitos armados terrestres.
Entrevistado 2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “O CC apareceu para fazer face ao aumento da letalidade do CB e aos problemas impostos pela artilharia. Esta plataforma blindada foi desenvolvida para permitir a infantaria apeada percorrer escassos metros, protegida de fragmentos de aço, durante a guerra das trincheiras. Este problema ainda existe, aliás agravou-se. A curta faixa que a tropa 	Ativo válido, por se mostrar um meio de combate que sobrevive a vários cenários.

	<p>apeada tinha de percorrer, aumentou de cerca de 1000 metros para 80 quilómetros.”</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ “Estas guerras mostram a necessidade de mais viaturas blindadas, que consigam sobreviver neste tipo de cenários.” ➤ “Obviamente, que o CC é válido, vai continuar a ser válido, e a sua aplicação terá tendência a aumentar.” 	
Entrevistado 3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Depende dos fatores de decisão. Por exemplo, se uma missão exigir CC, naturalmente é um ativo preponderante, válido e faz toda a diferença no CB. Mas em missões de risco reduzido, como por exemplo operações de apoio à paz, pode não se justificar o uso de CC.” ➤ “Não tenho dúvidas que o CC é um meio preponderante, que alia fatores importantes no combate, tem a capacidade de rapidamente se movimentar (taticamente) com um elevado poder de fogo e choque.” 	O CC é um meio válido em conflitos que exijam elevado poder de fogo e choque.
Entrevistado 4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Depende do ambiente operacional e do conflito armado. Seguramente, é um ativo válido, em variadas situações. Os russos, por exemplo, estão a utilizar CC T-55 em posições defensivas como bases de fogos, o que não é característico do CC. O CC alia uma série de características, o choque e o movimento. É o elemento cinético por excelência, que proporciona uma grande flexibilidade.” 	Ativo válido em conflitos armados e ambientes operacionais.
Entrevistado 5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Na dimensão da ameaça, a Rússia possuía um dos parques de CC – em reserva, ativos ou operacionais – mais importantes, tinha provadamente doutrina e vontade de uso, colocou unidades nas fronteiras da Ucrânia até 24 de fevereiro de 2022, e podia aproveitar terreno favorável em diversas frentes de combate. É preciso ter em conta a extensão de planura na Ucrânia, sobretudo no Sul, e a abundância de boas vias de comunicação terrestre, incluindo pontes capazes de suportar colunas de veículos pesados.” ➤ “A criação de um corpo de CC novos, misturando diversas gerações de carros ocidentais ou modernizados no Ocidente (dos Leopard, Abrams e Challenger aos PT-91 polacos e M55 eslovenos), faz-se também tendo em vista a eventual contraofensiva ucraniana em diversos pontos da linha da frente, e a criação de um embrião do que os ucranianos chamam MBV, ou «forças blindadas futuras».” 	Os CC mostram-se necessários e preponderantes no conflito entre a Ucrânia e a Rússia, tanto na ofensiva como na defesa.
Entrevistado 6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Do meu ponto de vista, o CC continua a ser um elemento válido e preponderante para as operações militares do futuro. Se olharmos para o que está a acontecer na Ucrânia e o que foi a grande discussão entre os países europeus e os EUA sobre mandar CC para a Ucrânia, tornou-se evidente que os CC são preponderantes e espera-se, nos próximos meses, que haja uma contraofensiva ucraniana ao utilizar este tipo de meios. Continuam a ser importantes, até pela sua capacidade de manobra, choque e movimento.” 	Elemento válido e preponderante pela sua capacidade ofensiva e defensiva.
Entrevistado 7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Obviamente o CC, como qualquer sistema de armas, tem relevância. O peso dessa relevância terá a ver com a tipologia de operação, as variáveis de missão, e a tarefa para o qual está destinado. Está vocacionado para operações ofensivas e defensivas, ou seja, guerra total.” 	Sistema de armas relevante, no contexto de guerra total.
Entrevistado 8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Sim, está a ser demonstrado na Guerra da Ucrânia. Se os CC não conseguirem romper a frente, ninguém o fará. As principais missões do CC continuam a ser quebrar a frente e destruir as formações blindadas inimigas por meio de fogo e manobra.” 	Ativo essencial na penetração das linhas inimigas.
Entrevistado 9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A Guerra Russo-Ucraniana, no contexto de conflito convencional, veio mostrar a necessidade do conjunto de capacidades militares, nomeadamente o CC. O CC para operações ofensivas é um elemento fundamental. Dinâmicas que exijam ataques de grande escala, exigem as capacidades de fogo, choque e movimento.” 	O CC é um elemento fundamental em operações ofensivas.

Entrevistado	Expressões Chave – Pergunta 2	Ideias destacadas
Entrevistado 1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “As TED têm vindo a desenvolver-se por vários motivos. Destaco a sua relevância nos domínios político, económico e militar, dado que lhes poderão proporcionar vantagens estratégicas significativas.” ➤ “Mais do que um interesse no desenvolvimento destas tecnologias, trata-se de uma necessidade. É o caminho que temos de percorrer para fugir à obsolescência. Temos de acompanhar a evolução das TED para nos conseguirmos adaptar oportunamente.” 	Tanto a nível internacional e europeu (NATO e EDA), como a nível nacional, existe a necessidade de

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A Defesa dá importância à evolução e ao acompanhamento das TED. A própria NATO considera estas tecnologias na sua estratégia, tal como Portugal. O Exército tem um conjunto de orientações e iniciativas para alimentar o desenvolvimento das TED. Temos diretivas e estratégias que fomentam estas áreas, temos projetos de I&D a decorrer, e temos estruturas dedicadas à observação e prospetiva tecnológica, das quais destaco o papel da Divisão de Inovação e Doutrina do Estado-Maior do Exército.” 	explorar as TED. É exigida uma adaptação dos sistemas de armas, a nível estratégico e tecnológico.
Entrevistado 2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “As ameaças tecnológicas estão a evoluir, mas o CC possui soluções tecnológicas. Este cenário vai acabar por encarecer os sistemas no CC, como os sistemas optoelectrónicos e radar.” ➤ “Observam-se os <i>drones</i>, mas estes têm dificuldades em detetar precisamente alvos terrestres.” ➤ “Com o surgimento das novas tecnologias, não é só a frente que é atacada, mas toda a profundidade do CB está exposta a ataques. Já não há segredos.” 	Os VANT vão exigir contramedidas por parte do CC.
Entrevistado 3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Atualmente, há muitos sistemas capazes de destruir CC. O armamento ACar, especialmente portátil, evoluiu ao ponto de conseguir fazer tiro fora de linha de vista. Mísseis ACar e <i>Loitering Munitions</i> permitem atacar o CC, onde este é mais frágil, a sua parte superior. As ameaças ao CC estão a evoluir muito rapidamente e torna-se mais difícil desenvolver contramedidas.” ➤ “Hoje em dia, tens um grande número de sensores, de variados tipos, como radares ou satélites, que tornam quase impossível a dissimulação e ocultação no CB.” ➤ “A evolução tecnológica está a ser demasiado rápida e a própria indústria não está a conseguir acompanhar a evolução.” 	Assistimos a uma evolução tecnológica ofensiva demasiado rápida para a conseguirmos acompanhar com contramedidas.
Entrevistado 4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Caracteriza-se pela presença de <i>drones</i>, orientados para fins de reconhecimento, vigilância e observação. Observamos os Lancet russos, <i>drones</i> lançados sobre equipamento de artilharia e também sobre CC. Existem, ainda, <i>drones</i> armados. Não destroem o CC por completo, mas inviabilizam a sua utilização.” ➤ “Verifica-se um aumento significativo da componente tecnológica e um desenvolvimento deste tipo de tecnologias, que são utilizadas de forma intensa.” 	Assiste-se a uma constante evolução tecnológica, especialmente caracterizada por SANT.
Entrevistado 5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “O desenvolvimento de armas ACar com capacidade para ataque descendente contra as torres («<i>top down attack</i>») dos veículos, como o FGM-148, e a criação de novas munições «inteligentes» e armas guiadas para as peças principais dos CC.” 	Evolução de armas ACar com capacidade <i>top down attack</i> e munições inteligentes.
Entrevistado 6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A velocidade do desenvolvimento tecnológico é muito elevada. Estamos numa situação de dizer quando e como as vamos utilizar, por serem realidades inevitáveis e transversais, no CB.” ➤ “Para os sistemas terrestres, a IA será crítica. Para já, a Robótica está numa fase concentrada em sistemas não tripulados. O objetivo e a perspetiva serão, no curto prazo, passar de sistemas não tripulados, para semiautónomos e para Sistemas Autónomos.” ➤ “Estamos a trabalhar para, no futuro, termos um outro tipo de energia, incluindo para o CC. Há pressão para a conversão dos motores de combustão em elétricos ou híbridos.” ➤ “A nível dos efeitos, a utilização de energia dirigida, sistemas <i>laser</i> ou de energia pulso eletromagnético, serão uma forte aposta.” 	A evolução tecnológica está a ter avanços cada vez mais céleres.
Entrevistado 7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A evidência das novas tecnologias empregues podem fazer um contraponto ao CC. Diria que a ameaça ao CC continua a ser mais ao menos a mesma, ou seja um vetor aéreo; um vetor terrestre equiparado, como um outro CC; e sistemas portáteis ACar. Estamos a falar de sistemas de guiamento terminal, com um grande grau de precisão.” ➤ “Observa-se um proliferar de um conjunto de sistemas ACar, que alteram, taticamente, a forma de emprego.” ➤ “O vetor aéreo pode ser um avião de ataque ao solo, uma granada de artilharia, uma nova geração de armas ACar, ou <i>loitering ammunition</i>.” 	Evidenciam-se ameaças não muito diferentes às do passado. Mas tecnologicamente e mais evoluídas.
Entrevistado 8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A tecnologia tem um papel preponderante. Equipamentos como UAV, mísseis de última geração e elementos de guerra eletrónica para obtenção e disseminação de inteligência fazem a diferença.” 	VANT, mísseis de última geração e GE

		têm um papel preponderante.
Entrevistado 9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Existe uma elevada dificuldade de defesa contra <i>drones</i>. Os sistemas <i>drone</i> e anti-<i>drone</i> constroem um diálogo, que vai, de facto, modificar a perceção que temos sobre estes mecanismos. Verifica-se a utilização de novos sistemas de armas ACAR de última geração, que conseguem fazer ataques verticais para atingir a parte superior do CC, o que levou à destruição de inúmeros CC russos. Observam-se tecnologias de diversos tipos que afetam o comando e controlo.” 	<i>Drones</i> , armas ACAR de última geração e tecnologias que afetam o comando e controlo, estão a assinalar o novo CB.

Entrevistado	Expressões Chave – Pergunta 3	Ideias destacadas
Entrevistado 1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “As TED exigem prudência para não entrar em conflitos morais, éticos e legais.” ➤ “Se observarmos a Robótica e os Sistemas Autónomos, não é fácil colocar um robô, completamente autónomo, com uma arma e explicá-lo ou pô-lo a decidir qual o humano a neutralizar e qual o emprego de força adequado para o fazer. É difícil ao robô distinguir alvos humanos. No caso de sistemas letais tem de haver sempre o fator humano. Podemos dar autonomia às máquinas, mas sempre salvaguardando que a decisão final é nossa. Se para um CC o terreno já apresenta vários obstáculos, imagina o que será para uma viatura autónoma a circular fora de estrada. Existe, ainda, o problema das comunicações. Em terra, são muitos os fatores que dificultam a comunicação entre estes sistemas e também com as estações que os controlam. Se tirarmos as comunicações aos CC, eles ficam às cegas.” ➤ “O CC terá de acompanhar a evolução das TED para não se tornar obsoleto.” 	Os Sistemas Autónomos devem ser desenvolvidos, mas a decisão final deve ser sempre do humano. O CB terrestre revela-se mais complexo por apresentar obstáculos às comunicações e à mobilidade.
Entrevistado 2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A visão de ataques em profundidade no CB aumenta a importância do CC. Neste momento, já não se pode contar com viaturas não blindadas no terreno. As viaturas terão de ser todas blindadas, principalmente o CC, que terá de ter blindagem reforçada nos sítios mais vulneráveis.” ➤ “Estas tecnologias limitam o ataque frontal do CC e para combater UAV maiores será necessária a artilharia antiaérea. O CC não pode ir sozinho para o CB.” 	Todas as viaturas, no CB, terão de ser blindadas e a blindagem do CC reforçada. É essencial
Entrevistado 3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Para defender um CC é necessário implementar sistemas de defesa para que este sobreviva. Contudo, pode não ser economicamente viável ter um CC completamente protegido. Mundialmente, são poucos os CC dotados de sistemas de proteção ativa totalmente integrados e completos.” ➤ “Estamos a assistir a uma evolução muito grande na letalidade relativa ao CC. O rácio entre o ataque e a defesa, neste momento, ainda não está a favor do CC. Para além disso, os sistemas de proteção ativa ainda não defendem o CC de todas as ameaças.” ➤ “Há duas principais ameaças ao CC: os sensores, que fazem com que nada passe despercebido no CB, muito menos algo de grande dimensão; e o armamento, associado aos alcances e precisão (por exemplo nos fogos indiretos). Atualmente, em conflitos de alta intensidade, é impensável ter um Grupo de CC em zona de reunião, porque muito facilmente vai ser destruído.” 	As TED afetam todas as áreas das operações militares. Tornam o cenário cada vez mais destrutivo para o CC. O CC terá de ultrapassar dois obstáculos: sensores e armamento ACAR cada vez mais preciso e letal.
Entrevistado 4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Prende-se, essencialmente, pelo <i>targeting</i>, vigilância, reconhecimento, aquisição de alvos e sincronização de sensores, desde satélites de alta e baixa órbita a aviões de reconhecimento e <i>drones</i>. Observa-se uma amplitude de sensores e capacidades, que depois são fundidos, permitindo uma grande granularidade informativa sobre outras unidades. Estas tecnologias vão para além dos sistemas de comando e controlo e têm implicações na tática. Dizia-se que a surpresa era uma das grandes vantagens, atualmente a surpresa tornou-se trivial.” ➤ “Observe o programa Delta. Imagine o que é um sistema que gere todo o CB, através de informação fornecida por satélites. A NATO consegue receber coordenadas exatas de unidades russas, dos seus movimentos, de potenciais direções e distribuir mapas digitais, em tempo real, com 	Devido aos sistemas de reconhecimento e vigilância, como o programa Delta, deixa de haver ocultação e surpresa, no CB. A deteção e aquisição de alvos estão a tornar-se cada

	<p>dados de coordenação de alvos, às unidades melhor posicionadas. Com a <i>internet</i> sabe-se exatamente onde estão as unidades inimigas mais próximas, e as informações passam diretamente para as armas, há um incremento da velocidade e da precisão.”</p> <p>➤ “Não podemos ver a doutrina como um dogma, mas como um orientador de raciocínio.”</p>	vez mais rápidas e precisas.
Entrevistado 5	<p>➤ “O uso de «proteção ativa» nos CC, combinando sensores e alerta e aproximação e lançadores de contramedidas ou micro-interceptores.”</p> <p>➤ “Novas formas de «proteção passiva», com camuflagem dita «incremental» e mecânica (através de emissores/dissimuladores térmicos e deformadores estruturais) e novos sistemas de dissimulação por projéteis (fumígenos e outros).”</p>	Face às TED, o CC tem desenvolvido a sua proteção ativa e passiva.
Entrevistado 6	<p>➤ “A questão que se coloca para a Europa é a utilização de Sistemas Autónomos letais. Do ponto de vista ético e legal, é possível utilizar Sistemas Autónomos letais, se a parte final do <i>engagement</i> tiver o controlo humano.”</p> <p>➤ “No futuro, este tipo de tecnologia, irá ajudar os sistemas terrestres a ter uma velocidade procedimental de informação e uma capacidade de recolha de informação muito maior, com uma grande ligação em rede, que permita acelerar o ritmo das operações.”</p> <p>➤ “Destacaria que, atualmente, os sistemas terrestres são cada vez mais dependentes da eletrónica. Estão, por isso, mais suscetíveis de serem atacados por ciberataques.”</p>	As TED irão influenciar as operações militares a nível ético e legal.
Entrevistado 7	<p>➤ “Entre plataformas pares, o desafio passa por ver qual o CC que consegue ver primeiro, detetar primeiro, empenhar-se e disparar primeiro.”</p> <p>➤ “Um grave problema é a capacidade das novas tecnologias destruírem o CC sem que este consiga observar o vetor que o atinge. Poderá haver um campo de desenvolvimento na parte da camuflagem e ocultação (térmica, sonora, e magnética e na proteção contra este tipo de sistemas (blindagens reativas).”</p>	O grande desafio passa por aumentar a proteção do CC, através de blindagem e camuflagem.
Entrevistado 8	<p>➤ “As TED têm forçado a implementação de defesas ativas, a incorporação de meios de deteção e defesa contra UAV, e o aumento da mobilidade das unidades ao longo da frente para reduzir a sua vulnerabilidade.”</p>	Implementação de meios de deteção e defesa contra VANTs e o aumento da mobilidade.
Entrevistado 9	<p>➤ “Os CC de última geração vão ter de possuir um grau de proteção elevado. No futuro, o CC terá de solucionar desafios, tal como outros meios de combate.”</p>	As TED exigem o aprimoramento da proteção.

Entrevistado	Expressões Chave – Pergunta 4	Ideias destacadas
Entrevistado 1	<p>➤ “Considero que as que mais afetarão o CC serão a autonomia, a Robótica e a IA, que estão naturalmente interligadas.”</p> <p>➤ “Os Sistemas Autónomos são sistemas prováveis, a médio e longo prazo, dependendo do grau de autonomia que estejamos a falar.”</p> <p>➤ “A quântica deu pequenos passos, mas muito importantes. No futuro vai revolucionar a maneira como vemos as coisas, dado que permitirá uma revolução na forma como se processa e protege a informação. Mas isto demorará o seu tempo até poder ser implementado em sistemas militares e no CC em particular.”</p> <p>➤ “Na minha opinião, nesta fase, a tecnologia hipersónica não é particularmente relevante para o CC.”</p>	Os fatores mais críticos para o CC são: autonomia, Robótica e IA. A Tecnologia Quântica poderá vir a desempenhar um papel preponderante no CC.
Entrevistado 2	<p>➤ “A principal ameaça provocada pelos SANT às forças terrestres, é que estes conseguem observar para trás das nossas linhas, ao longe. As <i>Loitering Munitions</i> mostram precisão no ataque ao CC. No fundo, estes <i>drones</i> executam ataques diretos a sítios específicos no CC, contra os quais a blindagem do CC não está preparada, nomeadamente a parte superior e traseira.”</p> <p>➤ “Por enquanto, não estou a ver utilidade de VTNT, no CB atual. O CB terrestre é demasiado complexo para decisões autónomas.”</p>	As principais ameaças tecnológicas, que o CC terá de enfrentar são: SANT, <i>Loitering Munitions</i> e tecnologia hipersónica. O

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Não há maneira de empregar AED num CC, porque este anda, constantemente, em ambientes desfavoráveis. Não são viáveis para proteger o CC, devido ao emprego de fumos no CB. O melhor sistema para perfurar a blindagem do CC seria um míssil hipersônico portátil, acima de mach 5. Se isso acontecer, teremos de repensar tudo o que já foi feito até aqui.” ➤ “O espaço é importante na percepção situacional do CB. Influência o CC na medida em que vai ser mais difícil esconder-se.” ➤ “Um problema com o qual o CC se vai deparar é a identificabilidade. É muito fácil ensinar um robô a perceber o que é um CC e identificá-lo. A fonte de calor de um CC não engana.” 	<p>CC terá de empregar soluções para proteger a sua identificabilidade.</p>
<p>Entrevistado 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Todos os sistemas não tripulados são críticos para o CC, porque afetam o seu emprego e o próprio CC. Ainda não há confiança, nem segurança para deixar uma máquina evoluir e decidir sozinha - legalmente é desaconselhável.” ➤ “A tecnologia hipersônica não tem, ainda, capacidade de ser integrada no CC nem é viável/rentável ser utilizada contra um CC.” ➤ “A GE tem capacidade de deixar um CC fora de combate. É crítica para qualquer sistema que utilize tecnologia. Um impulso eletromagnético pode destruir e danificar os sistemas eletrónicos de um CC.” ➤ “O CC, ainda, não se encontra num nível de autonomia, que permita à guerra cibernética inutilizar plataformas. Podem ser criadas dificuldades em sistemas de comando e controlo.” ➤ “Se nos focarmos nos satélites, estes afetam muito o CC. São sistemas de vigilância, que facilmente detetam e identificam um CC. Temos uma capacidade muito rápida de analisar o constante fluxo de informação, que, inevitavelmente, faz com que todas as plataformas sejam um alvo de fácil deteção e destruição.” ➤ “A energia e propulsão enquanto sistema de locomoção do CC é crítica, na medida que as plataformas possuem muita tecnologia, e é necessária a produção de sistemas de armazenamento e uma nova arquitetura de energia.” 	<p>A Robótica, IA e os Sistemas Autónomos são críticos para o CC. Tecnologias e formas de guerra afetam o CC, por este se tornar num objetivo facilmente detetado e neutralizado.</p>
<p>Entrevistado 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Drones equipados com armamento ACar têm sido uma grande ameaça ao CC.” ➤ “A IA relacionada com <i>Big Data</i> tem um impacto no CC.” ➤ “A Tecnologia Quântica está a ser introduzida nos radares, mas é, ainda, rudimentar. Tal como a tecnologia hipersônica, ainda não são relevantes para o CC.” ➤ “GE e Guerra cibernética podem e estão a afetar o CC. Quanto mais digital é um determinado meio, mais sujeito está à GE. Temos de ter cuidado contra-ataques de <i>jamming</i>.” 	<p>As ameaças mais críticas ao CC são: Robótica, IA, <i>Big Data</i> e GE.</p>
<p>Entrevistado 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “As áreas designadas nas respostas anteriores, incluindo a fusão das lições e tecnologias aprendidas na guerra ACar.” 	<p>Armas ACar e GE são críticos para o CC.</p>
<p>Entrevistado 6</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Os sistemas não tripulados colocam o CC numa posição de fragilidade, como se observa pelos ataques de <i>drones</i>.” ➤ “As AED serão determinantes. Contra um CC podem infligir alguns danos e afetar os seus sensores. A curto prazo, poderão ser utilizadas como um disruptor nas componentes eletrónicas do CC.” ➤ “A GE é relevante, porque os sistemas terrestres estarão cada vez mais ligados em rede. As comunicações entre plataformas vão ser cada vez mais importantes. A Guerra cibernética, para além de poder causar disrupção nos sistemas das comunicações, há a possibilidade do CC ser capturado pelo In ou ficar inutilizável.” ➤ “Não vejo a tecnologia hipersônica direcionada ao CC, para já.” 	<p>As ameaças mais críticas ao CC são: Sistemas não tripulados, como <i>drones</i>, AED, GE e Guerra Cibernética.</p>
<p>Entrevistado 7</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Ter um grupo de sensores que permitam a observação do CB, de forma a receber, processar, interpretar e disseminar a informação obtida aos vetores de empenhamento, reduzirá o ciclo de <i>targeting</i>. O CC poderá ficar mais vulnerável, por ser um alvo rapidamente detetável. Facilmente, se poderá dizer que meio mais se adequa para aquele alvo, naquela circunstância.” ➤ “A tecnologia hipersônica poderá afetar em muito o emprego de contramedidas. O SPA não conseguirá fazer face a mísseis hipersônicos.” ➤ “Cada vez mais as plataformas são sistemas de sistemas. O CC ficará mais sujeito a ataques cibernéticos e de GE.” 	<p>As ameaças mais críticas para o CC são: Vigilância do CB, GE e Guerra Cibernética.</p>

Entrevistado 8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “As TED mais críticas para o CC serão a IA e o <i>Big Data</i>, com a determinação de bases de dados que permitam a disseminação mais eficaz de informações sobre o inimigo. A Robótica e os Sistemas Autônomos, a GE e Guerra Cibernética são também importantes, possivelmente, resultando numa alta probabilidade de ocorrerem combates entre UAV-UAV, no ambiente aéreo, terrestre e naval, evoluindo para um combate entre inteligências artificiais e saturado de Guerra Eletrônica.” 	As mais críticas são: IA, <i>Big Data</i> , Robótica e Sistemas Autônomos, GE e Guerra Cibernética.
Entrevistado 9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A questão de ter ou não guarnição é um dos desafios que se vai colocar à nova máquina.” ➤ “A Robótica e os Sistemas Autônomos vão afetar o CC. Os SANT, como <i>drones</i> armados, com capacidade de guiamento terminal, e os VTNT vão constituir um desafio à sobrevivência do CC em operações, uma vez que estão equipados com novas tecnologias, que permitem uma aproximação furtiva ao CC e causar a sua destruição.” ➤ “AED podem afetar os sistemas que apoiam a capacidade da máquina, nomeadamente sistemas óticos e sistemas de monitorização, tornando o CC inoperável.” ➤ “GE e Guerra Cibernética vão afetar o comando e controlo, podendo inibir a utilização do CC.” 	As mais críticas são: Autonomia, Robotização e Sistemas Autônomos, AED, GE e Guerra Cibernética.

Entrevistado	Expressões Chave – Pergunta 5	Ideias destacadas
Entrevistado 1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “No futuro longínquo, o desempenho energético do CC também terá um papel importante. Permitirá reduzir a pegada logística. Os CC tenderão a ser energeticamente menos dependentes, isto é, com sistemas próprios de alimentação eficiente.” ➤ “A perspetiva ofensiva, os mecanismos integrados no CC com o intuito de atacar; e a perspetiva defensiva, ou seja, o CC com o objetivo de proteger a guarnição e de resistirem estruturalmente.” ➤ “Conjugando o <i>big data</i> com a Inteligência Artificial, conseguiremos identificar rapidamente ameaças e oportunidades, melhorando as capacidades de planeamento pela rápida análise de elevados volumes de dados. Isto terá a sua importância nos eventuais futuros CC autônomos.” ➤ “A realidade aumentada pode ser usada para fornecer informações adicionais em tempo real, permitindo uma tomada de decisão mais rápida e acertada.” ➤ “A autonomia é uma das tecnologias que poderá ser aplicada no CC. A palavra guarnição deixaria de fazer sentido e, no conforto da distância, passaríamos a ter operadores. Neste caso, a proteção humana estaria salvaguardada.” ➤ “Numa perspetiva defensiva, os Materiais Avançados devem ser estudados e introduzidos no CC, tanto numa ótica de materiais adaptativos como de materiais protetivos.” ➤ “Os VTNT poderão ser interessantes para salvarguardar o CC.” 	Numa perspetiva ofensiva, a autonomia permitiria o CC ser controlado remotamente, protegendo a guarnição. Materiais Avançados para proteção balística do CC e no aumento das capacidades de camuflagem e ocultação. Integrar <i>big data</i> , IA e realidade aumentada.
Entrevistado 2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Há solução para a ameaça dos SANT. A implementação de um canhão de 30 mm, no topo do CC, com um sistema <i>airburst</i>. O sistema Trophy funciona, mas só protege de mísseis ACar, enquanto os canhões de 30mm protegem de mísseis ACar e UAV.” ➤ “A Robótica será uma área com implicações no CC, através da automatização de alguns procedimentos. Acredito, que os sistemas de alimentação vão passar a ser automáticos.” ➤ “A IA terá relevância ao tornar processos mais eficientes para fazer tiro, para deteção de ameaças e padrões, condução de treinos e exercícios, e obtenção de soluções táticas para problemas táticos. Neste momento, recebe-se um conjunto de informações do CB, que se consegue processar e analisar, rapidamente, através de sistemas com IA.” ➤ “A ERA, um sistema de proteção ativa, protege 90% dos impactos diretos de mísseis ACar e UAV. Destrói a ameaça, sem o CC ficar incapacitado.” ➤ “Os Materiais Avançados serão o futuro do CC. A blindagem é cada vez mais necessária, mas a estrutura física tem de ser mais leve, para conferir mais mobilidade.” 	IA para automatizar procedimentos e tornar processos mais eficientes na deteção de ameaças; medidas passivas e blindagem reativa, para evitar a deteção do CC e para destruir mísseis ACar; e por Materiais Avançados, contribuindo para uma blindagem reforçada, mas mais leve.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Medidas passivas, como redes de camuflagem, são de extrema importância para reduzir a assinatura térmica e a assinatura radar do CC. O emprego de potes de fumo também são importantes.” 	
Entrevistado 3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A IA pode ser decisiva, no sentido de <i>machine learning</i>, ao detectar alvos e tomar decisões, automaticamente, ou dirigir sensores para uma determinada zona. Aumenta a capacidade humana e do CC.” ➤ “Um CC pode vir a utilizar sistemas de GE para autodefesa. Para uma ameaça de um <i>drone</i> ou de uma <i>loitering munition</i>, um <i>jammer</i> pode confundir ou interferir com a ameaça. É essencial integrar sistemas de tecnologia de informação e comunicação no CC para facilmente detectar meios adversários e analisar todo o CB.” ➤ “A Tecnologia Quântica tem potencial para afetar, indiretamente, o CC. A capacidade de codificação terá importância.” ➤ “Um dos problemas do CC é o combate aos <i>drones</i>. Terá de ser desenvolvido um sistema anti-<i>drone</i> eficaz, para ser integrado no CC. Existem sistemas de proteção ativa, mas não protegem a parte de cima do CC e estão projetados para uma determinada velocidade de um projétil. O CC terá de implementar uma “redoma”, um sistema que proteja o CC no seu todo.” ➤ “As comunicações são fundamentais. Em ambiente terrestre é difícil manter comunicações fora da linha de vista. As comunicações <i>laser</i> poderiam ser uma solução, mas obrigam a linha de vista, o que é impossível.” ➤ “A parte da manufatura e dos novos materiais vai ser importante.” 	A proteção passará por uma redoma a 360 graus, pela integração de sistemas anti- <i>drone</i> , por sistemas dotados de IA e contramedidas eletrônicas para detecção rápida de ameaças e neutralização das mesmas.
Entrevistado 4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Os CC podem-se fazer acompanhar de <i>drones</i> para os ajudar na identificação de alvos. Um meio de aquisição de objetivos que se encontre uns metros acima da terra permite perceber, facilmente, onde se encontra o alvo e fazer uma avaliação de <i>damage assessment</i>.” ➤ “A IA e <i>Big Data</i> contribuem para a sofisticação do CC. Iriam, constantemente, melhorar os sistemas de informação do CC.” ➤ “A Robótica poderá ser relevante na automatização de certos sistemas dentro do CC e os novos materiais serão importantes na proteção.” ➤ “Seria interessante implementar o cano do T-90, que pode lançar tanto munições a 4000m como mísseis.” ➤ “O grande desafio para o CC consistirá no modo como este vai conseguir operar todos os meios tecnológicos e fazer <i>targeting</i> e identificação de alvos de objetos tão díspares. O CC terá de arranjar maneira de enfrentar ameaças terrestres, a curtas e longas distâncias, tal como ameaças aéreas. O CC tem de usar as TED como contramedidas.” 	Os Materiais Avançados, a Robótica e a IA terão um grande impacto na proteção, automatização de sistemas internos e na análise de fluxo de dados.
Entrevistado 5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “O reforço de sistemas automáticos de carregamento e disparo de peças, e novos módulos de contramedidas e contramedidas eletrônicas para assegurar a integridade de comunicações entre veículos, unidades e comandos, computação, análise de dados, seleção e direção de tiro dos CC.” ➤ “A criação de células estruturais de proteção e sobrevivência de tripulações e de armazenamento seguro de munições, e de torres sem ocupantes e armas de fogo remoto.” ➤ “Possivelmente, a adaptação de armas anti-<i>drone</i> e anti-helicóptero aos CC, através de mísseis ou foguetes de curto alcance, e inibidores eletrônicos, e ainda o uso pelos CC de «munições planantes» (<i>loitering munitions</i>), como se observa no protótipo AbramsX.” ➤ “Pode-se acrescentar o estudo sobre novos materiais de construção, compósitos, sintéticos ou com incorporação de elementos como a nova geração de placas de urânio empobrecido.” 	Acrescenta-se a importância da integridade das comunicações, através de inibidores eletrônicos, e dos novos materiais para aprimorar a blindagem do CC. Será vital adaptar armas anti- <i>drone</i> e anti-helicóptero ao CC.
Entrevistado 6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A IA como apoio aos SPA, para que possa ser mais completo, rápido na resposta a ameaças, e consiga diferentes tipos de efeitos. Do ponto de vista das comunicações e do <i>targeting</i>, é utilizada para aumentar a fusão da informação recolhida por múltiplos sistemas e sensores, tanto do CC como de outras plataformas. Vai permitir, que mesmo não vendo o alvo diretamente, se consiga perceber qual o alvo, se este está em movimento e como posso ter acesso ao alvo para me empenhar.” ➤ “Os VTNT podem ser um complemento ao CC, ou seja, uma equipa mista entre sistemas tripulados e não tripulados.” ➤ “Munições <i>airburst</i> e AED poderão ser soluções para o combate anti-<i>drone</i>. A utilização de UAV poderão contribuir para o <i>situational</i> 	A IA poderá apoiar o CC no comando e controlo, no <i>targeting</i> e na tomada de decisão. VTNT e SANT poderão ser meios complementares ao CC. Os

	<p><i>awareness</i>, para uma visão alargada do ambiente, e para ajudar na transmissão de informação entre CC e outros tipos de equipamento e plataformas. Os UAV poderão estar atribuídos ao CC para aumentar a sua perceção.”</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ “Um sistema híbrido torna um CC mais resiliente, porque tens dois tipos de energia que podes utilizar.” ➤ “Os materiais inteligentes, aplicados no CC, vão melhorar a camuflagem, ocultando a sua forma e reduzindo a sua assinatura térmica. Poderemos vir a ter ligas mais resistentes e leves que consigam fornecer uma melhor proteção passiva.” ➤ “Vai ser necessário termos mais do que um sensor para este tipo de sistema. Um sensor que faça um varrimento geral para detetar uma ameaça, e um outro sensor para seguir a ameaça.” ➤ “O CC terá de considerar uma proteção adequada contra a GE e a Guerra Cibernética.” 	<p>Materiais Avançados terão um impacto na ocultação do CC. O CC terá de desenvolver contramedidas eletrónicas e proteção contra ataques superiores, contra <i>drones</i>, e Guerra Cibernética.</p>
Entrevistado 7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Há margem para que, no futuro, o tipo de energia utilizada no CC permita aumentar a dificuldade de deteção. Se tiveres um CC elétrico a assinatura será menor. Poderá ser fator de mitigação do risco de deteção térmica e sonora.” ➤ “Os novos materiais vão reduzir a deteção e referenciação do CC, como redução da assinatura térmica, magnética e radar. Existem projetos que utilizam grafenos e nanopartículas.” ➤ “Tecnologia Quântica pode não ser usada diretamente, mas contribuirá para a plataforma, na encriptação ou interpretação de dados.” ➤ “Não me parece descabido integrar AED no CC como sistemas anti-<i>drone</i>.” ➤ “Justifica-se um CC acarretar equipamentos de proteção eletrónica e cibernética, que contribuam para o empastelamento e se segurança das comunicações.” 	<p>O CC deverá empregar novos materiais para a redução da assinatura térmica, magnética, radar e sonora. Sistemas para proteção eletrónica e Tecnologia Quântica.</p>
Entrevistado 8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Os sistemas de defesa ativa são uma solução intermediária até à chegada dos meios UAV terrestres, que atingirão o patamar dos CC, dentro de uns anos. O <i>Big Data</i> também está a adquirir o seu espaço, aliado aos meios de deteção correspondentes, que formam um CB transparente.” 	<p>Soluções podem passar pelos sistemas de proteção ativa e pelo <i>Big Data</i>.</p>
Entrevistado 9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Blindagens com Materiais Avançados, que permitam reduzir o peso do CC e uma melhor proteção.” ➤ “Terá de desenvolver capacidades e implementar contramedidas eletrónicas para destruir as suas principais ameaças à distância, conseguindo fazer face a ameaças aéreas. São necessários sistemas anti-<i>drone</i>, através de meios cinéticos ou radiação para inibir a capacidade do <i>drone</i>.” ➤ “A transição energética vai ter de ocorrer nalgum ponto do futuro. Nos próximos anos, o CC poderá vir a utilizar energias mais limpas, podendo afetar positivamente a velocidade e a autonomia.” 	<p>Integração de Materiais Avançados, implementação de contramedidas eletrónicas e sistemas anti-<i>drone</i> e pela transição energética.</p>

Entrevistado	Expressões Chave – Pergunta 6	Ideias destacadas
Entrevistado 1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “A evolução do CC será o reflexo da evolução tecnológica em geral. Há medida que as tecnologias evoluem, os sistemas de armas também terão de evoluir, caso contrário tornam-se inúteis. O CC não é exceção.” ➤ “Não podemos ambicionar para amanhã um CC autónomo, mas podemos começar a introduzir determinados níveis de autonomia. O ideal seria, no futuro, termos um CC sem guarnição.” ➤ “Penso que o estado final é um CC totalmente autónomo para efeitos de reconhecimento, mas com intervenção humana para ações letais.” ➤ “Se é completamente autónomo ou não dependerá de questões legais. Não é razoável um CC completamente autónomo e com um grande poder de choque, a decidir por si. Pode resultar num conjunto de danos colaterais.” ➤ “Não fará muito sentido utilizar Sistemas Autónomos enquanto meios complementares ao CC, apenas para efeitos de reconhecimento. Os Sistemas Autónomos terrestres são complexos, juntá-los ao CC seria difícil, do ponto de vista de comando e controlo e de mobilidade. Visualizo, a longo prazo, deixar de empregar CC em tarefas de 	<p>O Estado final será, a longo prazo, um CC robotizado, mas não totalmente autónomo. Pode ser autónomo num conjunto de tarefas, mas a sua capacidade letal terá de depender, em última instância, da decisão humana.</p>

	reconhecimento para empregar sistemas não tripulados terrestres especificamente concebidos para esse fim.”	
Entrevistado 2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Na minha opinião, se eu colocar um soldado da primeira GM ao lado de um Sherman ou de um Leopard 2, e depois colocar esse mesmo soldado ao lado de um CC de 2050, ele vai perceber que é um CC. Pode não ser exatamente a mesma coisa, mas vai sempre perceber tratar-se de um CC, devido à sua fisionomia de ferro.” ➤ “As VCI vão ser cada vez mais blindadas e aproximar-se da proteção do CC, e não o contrário.” ➤ “Não acredito que a guarnição do CC reduza para menos do que três homens. Haverá sempre o comandante, o condutor e o apontador.” 	O CC do futuro será cada vez mais blindado e não terá uma guarnição com menos de três homens. A sua fisionomia não se irá alterar, drasticamente.
Entrevistado 3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Visualizo, a médio/longo prazo, o CC com algum nível (crescente) de autonomia e robotização. O CC não vai variar daquilo que ele é, hoje, em termos de dimensão e peso. Os sistemas e o armamento vão evoluir, garantidamente. Os novos materiais e a manufatura terão um grande impacto. O CC terá uma estrutura de novas ligas, mais eficientes.” ➤ “Atualmente, não é exequível ter Sistemas Autónomos não tripulados no CB terrestre. Seriam demasiados os obstáculos que originariam perder o contacto com uma viatura que se desloca a 80 km por hora. Ainda não há tecnologia para compensar isso. Não é um terreno <i>standard</i>.” ➤ “Existem projetos na área da Robótica. O CEMTEX está a desenvolver um projeto na robotização de M113. Existem outros para desenvolver a capacidade de adaptar SANT no empenhamento de alvos, leia-se <i>loitering munitions</i>.” 	O CC será tecnologicamente mais avançado e autónomo, com uma estrutura física mais eficiente.
Entrevistado 4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “No limite, o desejável seria um CC autónomo. Não me choca, numa fase avançada, transformar CC em robôs. Já temos instrumentos não tripulados aéreos e navais.” 	No futuro, poderá ser elaborado um CC robotizado e autónomo.
Entrevistado 6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “No caso do CC do futuro ter tripulantes, vejo-o parecido com o existente, com mais poder de fogo, com AED, com sistemas avançados de SPA, mais leve e com proteção passiva aprimorada devido a novos materiais, com uma melhor capacidade de ligação em rede com outras plataformas, e com um outro tipo de energia de locomoção.” ➤ “Se for não tripulado, será evoluído em todas as suas limitações, com o conceito de <i>man on the loop</i>, o humano faz a supervisão e dá o <i>ok</i> para disparar. Do ponto de vista estritamente tecnológico, vejo um sistema completamente autónomo.” ➤ “A nível de projetos: Combat Unmanned Ground Systems (CUGS), para transformar sistemas tripulados em não tripulados; C-UAS; Adaptative Smart Camouflage for Land Systems (ASCALS); New Active Protection System (NAPS); ATRIT, para segurança das comunicações; HybriDT II; PASEI II.” 	A perspetiva passa por um CC completamente autónomo.
Entrevistado 7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Acredito numa <i>manned and unmanned teaming</i>. O CC poderá ser acompanhado por meios complementares, como ter um <i>drone</i> acoplado à plataforma, que observe os alvos, sem necessidade de expor o CC, e que depois transmita as informações recolhidas ao CC, para que este se possa empenhar decisivamente contra o alvo.” 	Visualiza uma equipa de CC tripulados e não tripulados, com meios complementares.
Entrevistado 8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Sem dúvida, passará pelas opções A, B e C, por essa mesma ordem.” 	Opções A, B e C.
Entrevistado 9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “O CC vai evoluir tecnologicamente, podendo vir a transformar-se numa plataforma tripulada remotamente. A sua blindagem será mais leve, terá uma silhueta mais reduzida e será mais ágil.” 	O CC poderá vir a ser tripulado remotamente.

ANEXOS

ANEXO A – SISTEMAS NÃO TRIPULADOS E O CARRO DE COMBATE

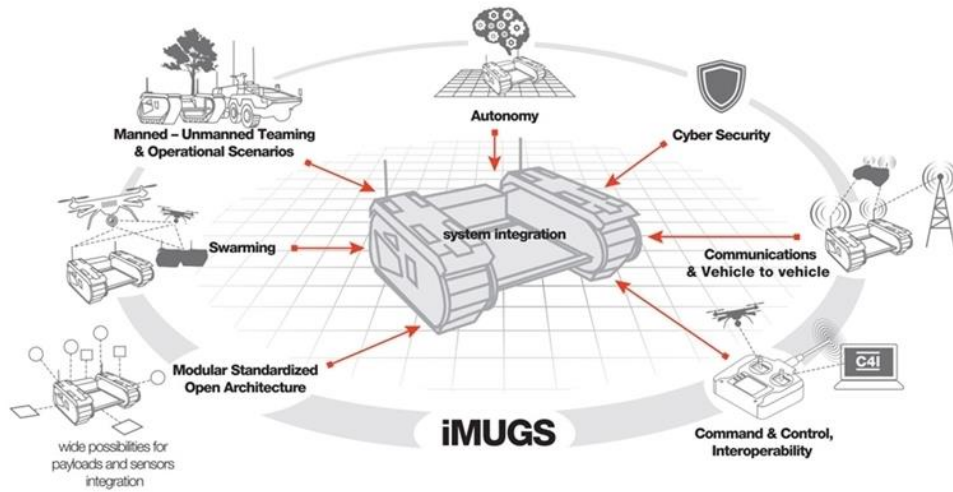


Figura 3 - Capacidades do VTNT

Fonte - (gmv, 2020)



Figura 4 - Unmanned mini-tank

Fonte - (Freedberg, 2020)



Figura 5 - AbramsX

Fonte - (Osborn, 2023)



Figura 6 - M1 Abrams testado com IA, integrando o ATLAS

Fonte - (Trevithick & Parken, 2023)

ANEXO B – FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO ATIVA

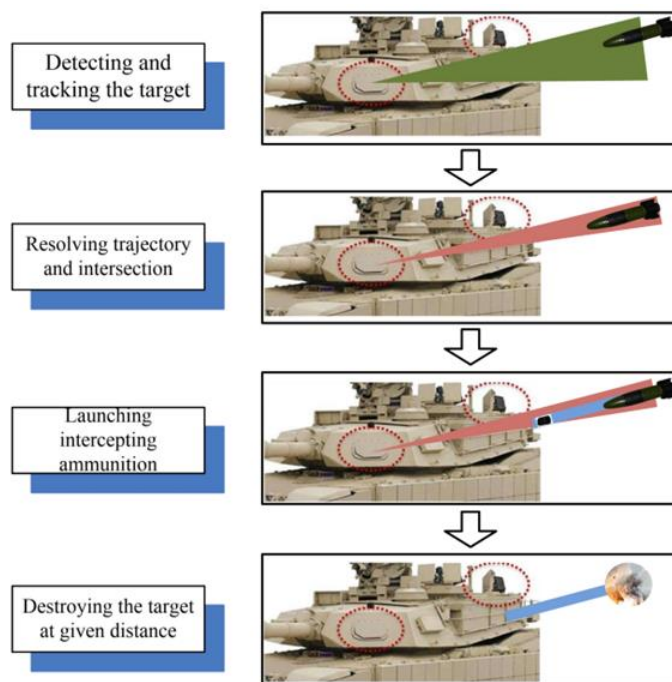


Figura 7 - Funcionamento do SPA

Fonte - (Yang & Xu, 2021)

ANEXO C – CONCEITO DO CARRO DE COMBATE NO FUTURO



Figura 8 – Conceito de um CC autónomo no futuro

Fonte – (BAE Systems, 2017)