



# **ACADEMIA MILITAR**

## **Técnica e Tática do uso de Sistema Aéreo não Tripulado na condução de missões de Tiro de Artilharia de Campanha**

**Aspirante de Artilharia David Luís Pires Sequeira**

Trabalho de Investigação Aplicada

### **Ciências Militares na Especialidade de Artilharia**

Orientador: Tenente-Coronel de Artilharia Nuno Miguel Cirne Serrano Mira

Coorientador: Capitão de Artilharia Artur Jorge Abreu Varanda

#### **Júri**

Presidente: Professor Manuel António Coelho do Carmo

Arguente: Major de Artilharia Bruno Miguel Gonçalves Lopes Martinho

Orientador: Tenente-Coronel de Artilharia Nuno Miguel Cirne Serrano Mira

Diretor de Curso: Tenente-Coronel de Artilharia Bruno Filipe Simões Ladeiro

**Junho de 2025**



# **ACADEMIA MILITAR**

## **Técnica e Tática do uso de Sistema Aéreo não Tripulado na condução de missões de Tiro de Artilharia de Campanha**

**Aspirante de Artilharia David Luís Pires Sequeira**

Trabalho de Investigação Aplicada

### **Ciências Militares na Especialidade de Artilharia**

Orientador: Tenente-Coronel de Artilharia Nuno Miguel Cirne Serrano Mira

Coorientador: Capitão de Artilharia Artur Jorge Abreu Varanda

### **Júri**

Presidente: Professor Manuel António Coelho do Carmo

Arguente: Major de Artilharia Bruno Miguel Gonçalves Lopes Martinho

Orientador: Tenente-Coronel de Artilharia Nuno Miguel Cirne Serrano Mira

Diretor de Curso: Tenente-Coronel de Artilharia Bruno Filipe Simões Ladeiro

**Junho de 2025**

## EPÍGRAFE

*"É muito melhor arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se à derrota, do que formar fila com os pobres de espírito que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta que não conhece vitória nem derrota."*

— Theodore Roosevelt

## **DEDICATÓRIA**

À minha família, pelo amor incondicional e pelo apoio constante em todas as fases da minha vida.

Aos amigos e camaradas, que fui encontrando ao longo do percurso, pelo companheirismo, pela partilha de momentos únicos e pelo incentivo permanente.

A todos os professores, que com o seu tempo, esforço, trabalho e dedicação, contribuíram para o meu crescimento pessoal e académico.

A todos vós, a minha mais profunda gratidão, por ajudarem a moldar a pessoa e o militar que sou hoje.

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho constitui o culminar de um percurso exigente, pautado por dedicação, superação e compromisso. Ao longo deste processo, tive o privilégio de contar com o apoio de várias pessoas e instituições, sem as quais esta investigação não teria sido possível.

Agradeço, em primeiro lugar aos meus orientadores, Tenente-Coronel de Artilharia Nuno Miguel Cirne Serrano Mira e Capitão de Artilharia Artur Jorge Abreu Varanda, pela orientação rigorosa, pela disponibilidade permanente e pela confiança depositada. O vosso acompanhamento atento e exigente foi determinante para a qualidade deste trabalho.

A todos os militares e especialistas que participaram nesta investigação — em particular os operadores de UAS, os oficiais da Arma de Artilharia— deixo o meu sincero agradecimento pela partilha generosa de tempo e conhecimento.

Agradeço igualmente às unidades de Artilharia do Exército Português — Grupo de Artilharia de Campanha da Brigada Mecanizada, Regimento de Artilharia Nº4, Regimento de Artilharia Nº5 — pela colaboração prestada, pela abertura demonstrada e pelo contributo prático para a validação do procedimento desenvolvido.

Enalteço, por fim, o esforço de todos quantos, independentemente das limitações operacionais, técnicas ou meteorológicas, contribuíram para a concretização desta investigação. A superação das adversidades encontradas ao longo do processo é, por si só, um testemunho do compromisso, resiliência e espírito de missão de todos os envolvidos.

À Academia Militar, o meu agradecimento final, pela formação de excelência, pelo exemplo de exigência e pelos valores transmitidos, que levarei comigo ao longo de toda a vida.

## RESUMO

A crescente relevância dos Sistemas Aéreos Não Tripulados (UAS) no teatro de operações moderno, aliada à ausência de doutrina nacional que enquadre a sua integração com a Artilharia de Campanha, motivou a presente investigação. Procurando colmatar essa lacuna, foi desenvolvido, testado e validado um procedimento técnico-tático que permite a condução de missões de tiro de Artilharia de Campanha com recurso a UAS e identificadas as entidades com responsabilidade nos canais de planeamento e redes de comunicações da Artilharia de Campanha com vista à sua integração funcional com UAS.

A metodologia adotada baseou-se no modelo *Engineering Design Process*, articulando a definição de requisitos operacionais com a geração iterativa de soluções através do *brainstorming* de ideias. O procedimento foi concebido a partir da análise doutrinária, da recolha de dados em contexto operacional real e da auscultação de especialistas, incluindo operadores de UAS, oficiais da Arma de Artilharia, um oficial estrangeiro com experiência em combate.

A validação do procedimento ocorreu em ambiente operacional durante o exercício Artex 25, com a utilização de sistemas da UAVision e da Tekever, tendo sido comprovada a sua viabilidade técnica e tática. O procedimento resultante apresenta uma arquitetura modular, flexível e versátil, permitindo a sua adaptação a diferentes tipologias de sistemas não tripulados, sem comprometer a estrutura hierárquica nem as redes de comando existentes. A conservação da estrutura organizacional da Artilharia de Campanha mune o procedimento de uma extrema facilidade de integração ao passo que permite evitar a sobrecarga dos operadores, possibilita a adequação do procedimento a qualquer tipologia de sistemas utilizados, desde que cumpridos os requisitos mínimos identificados e permite amplificar a capacidade de comando e controlo dos elementos responsáveis. Esta investigação constitui, assim, um contributo doutrinário original, propondo um modelo de integração capaz de responder aos desafios operacionais emergentes no domínio da Artilharia de Campanha Moderna.

**Palavras Chave:** UAS; Artilharia de Campanha; Regulação de Tiro; Desenvolvimento Doutrinário; Integração Operacional

## ABSTRACT

The growing relevance of Unmanned Aerial Systems (UAS) in the modern theatre of operations, coupled with the lack of national doctrine on their integration with Field Artillery, motivated this research. In an effort to fill this gap, a technical-tactical procedure was developed, tested and validated to enable Field Artillery firing missions to be conducted using UAS and the entities responsible for the Field Artillery's planning channels and communications networks were identified with a view to their functional integration with UAS.

The methodology adopted was based on the Engineering Design Process model, articulating the definition of operational requirements with the iterative generation of solutions through the brainstorming of ideas. The procedure was designed on the basis of doctrinal analysis, data collection in a real operational context and consultation with specialists, including UAS operators, artillery officers and a foreign officer with combat experience.

The procedure was validated in an operational environment during the Artex 25 exercise, using UAVision and Tekever systems, and its technical and tactical viability was proven. The resulting procedure has a modular, flexible and versatile architecture, allowing it to be adapted to different types of unmanned systems, without jeopardizing the hierarchical structure or existing command networks. Preserving the organizational structure of the Field Artillery makes the procedure extremely easy to integrate, as it avoids overloading operators, allows the procedure to be adapted to any type of system used, as long as the minimum requirements identified are met, and allows the command and control capacity of the responsible elements to be amplified. This research therefore constitutes an original doctrinal contribution, proposing an integration model capable of responding to emerging operational challenges in the field of Modern Field Artillery.

**Keywords:** Unmanned Aerial Systems; Field Artillery; Adjusting Fires; Doctrinal Development; Operational Integration

# ÍNDICE GERAL

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1 - REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	4
1.1.    Canais de planeamento do Sistema de Apoio de Fogos .....	4
1.2.    Tipos de Planeamento na AC.....	5
1.3.    Redes de Comando e direção de tiro e redes de Direção de Tiro .....	7
1.4.    Entidades de ligação da estrutura da Artilharia de Campanha .....	8
1.5.    Ligação entre a Artilharia de Campanha e as Forças de Manobra .....	9
1.6.    UAS (Arquitetura UAS – NATO) .....	11
1.6.1.    Definição de UAV vs UAS.....	11
1.6.2.    Constituintes de um UAS .....	13
1.6.3.    Plataforma (UAV).....	14
1.6.4.    Payload.....	16
1.6.5.    Ground Control Station.....	18
1.6.6.    Classificação de UAS .....	19
<b>CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA, MÉTODOS E MATERIAIS.....</b>	<b>22</b>
2.1.    Identificação da Problemática.....	23
2.2.    Desenvolvimento e testagem de soluções.....	24
<b>CAPÍTULO 3 - RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
3.1.    User Experience – Definição dos Requisitos.....	28
3.2.    Proposta de integração dos UAS nas cadeias de comando e controlo da AC .....	33
3.2.1.    Ponto de articulação entre UAS e AC.....	34
3.2.2.    Lógica de Funcionamento do Procedimento.....	34
3.2.3.    Fluxo de Comunicação Proposto .....	35
3.3.    Modelo vetorial.....	38
3.4.    Formulação e Validação do Procedimento .....	40

<b>CAPÍTULO 4 - DISCUSSÃO: AUTOMATIZAÇÃO E A REALIDADE</b>	
.....	<b>42</b>
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>45</b>
<b>RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº 1 Canais de Planeamento de Fogos de AC na Brigada.....	6
Figura nº 2 Redes da AC .....	8
Figura nº 3 Organização e integração da AC com as forças de manobra.....	11
Figura nº 4 Constituintes UAS .....	14
Figura nº 5 Etapas do método <i>Engineering Design Process</i> .....	22
Figura nº 6 Comparação de metodologias de investigação .....	23
Figura nº 7 Cronograma de Investigação .....	27
Figura nº 8 Modelo de Integração de UAS com a AC .....	37
Figura nº 9 Representação vetorial do procedimento de regulação de fogos com UAS .....	39
Figura nº 10 Evolução de uma missão de tiro de AC .....	41

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela nº 1 Comparação de tipologias de UAV .....	15
Tabela nº 2 Comparação de técnicas de deteção remotas.....	18
Tabela nº 3 Sistema de Classificação de UAVs NATO .....	21

## LISTA DE APÊNDICES E/OU ANEXOS

Apêndice A - Guião de entrevista para entrevista sobre o procedimento técnico proposto .....	I
Apêndice B - Guião de entrevista para entrevista sobre o sistema de integração tática proposta .....	IV
Apêndice C - Guião de entrevista sobre procedimento oficial ucraniano .....	VII
Apêndice D - Declaração de Consentimento Informado .....	X
Apêndice E – Resumo resposta entrevistas Operadores UAS.....	XII
Apêndice F- Transcrição entrevista entrevistado E4 .....	XXII
Apêndice G- Transcrição entrevista entrevistado E5 .....	XXVIII
Apêndice H - Síntese de Informação Recolhida em Observação Direta.....	XXXV
Apêndice I – Ficha tarefa para a execução a aquisição de objetivos e regulação de fogos de Artilharia com UAS .....	XL

## LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS E ACRÓNIMOS

<b>AC</b>	Artilharia de Campanha
<b>AF</b>	Apoio de Fogos
<b>AI</b>	Área de Impacto
<b>BDA</b>	<i>Battle Damage Assessment</i>
<b>BF</b>	Bocas de Fogo
<b>BLOS</b>	<i>Beyond Line of Sight</i>
<b>BRIGMEC</b>	Brigada Mecanizada
<b>BRR</b>	Brigada de Reação Rápida
<b>Btr</b>	Bateria
<b>CAF</b>	Coordenador de Apoio de Fogos
<b>CH/PCT</b>	Chefe do Posto Central de Tiro
<b>CMDT</b>	Comandante
<b>CSV</b>	Companhia de Sistemas de Vigilância
<b>EAF</b>	Elemento de Apoio de Fogos
<b>EDP</b>	<i>Engineering Design Process</i>
<b>EM</b>	Estado-Maior
<b>EO</b>	Electro Óptico
<b>FIST</b>	<i>Fire Support Team</i>
<b>GAC</b>	Grupo de Artilharia de Campanha
<b>GCS</b>	<i>Ground Control Station</i>
<b>HALE</b>	<i>High Altitude Long Endurance</i>
<b>IR</b>	<i>Infrared</i>
<b>ISR</b>	<i>Intelligence Surveillance and Reconnaissance</i>
<b>LFX</b>	<i>Live Fire Exercise</i>
<b>LiDAR</b>	<i>Light Detection and Ranging</i>
<b>LPM</b>	<i>Lei de Programação Militar</i>
<b>JTAC</b>	<i>Joint Terminal Attack Controller</i>
<b>MALE</b>	<i>Medium Altitude Long Endurance</i>
<b>NATO</b>	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
<b>OAv</b>	Observador Avançado
<b>OAF</b>	Oficial de Apoio de Fogos

<b>OBJ</b>	Objetivo
<b>OE</b>	Objetivo Específico
<b>OG</b>	Objetivo Geral
<b>OLAN</b>	Oficial de Ligação à Artilharia Naval
<b>OLFA</b>	Oficial de Ligação à Força Aérea
<b>PC</b>	Ponto Corrigido
<b>PCT</b>	Posto Central de Tiro
<b>PD</b>	Pergunta Derivada
<b>PIMP</b>	Ponto de Impacto
<b>PIT</b>	Pedido Inicial de Tiro
<b>PP</b>	Pergunta de Partida
<b>RADAR</b>	<i>Radio Detection and Ranging</i>
<b>RVT</b>	<i>Remote Video Terminal</i>
<b>SAR</b>	<i>Synthetic Aperture Radar</i>
<b>SI</b>	<i>Strong Impact</i>
<b>STANAG</b>	<i>Standardization Agreement</i>
<b>TTP</b>	Técnicas Táticas e Procedimentos
<b>UAS</b>	<i>Unmanned Air Systems</i>
<b>UAV</b>	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
<b>UX</b>	<i>User Experience</i>
<b>VTOL</b>	<i>Vertical Take off and Landing</i>
<b>ZA</b>	Zona de Ação

## INTRODUÇÃO

A crescente preponderância dos sistemas aéreos não tripulados (UAS) nos teatros de operações contemporâneos, veio consolidar a sua relevância enquanto vetor multiplicador de potencial de combate, particularmente nas componentes de vigilância, aquisição de alvos e apoio à decisão (Ciolponea, 2022 e Kay & James T, 2011). Orkushpayev (2024). A integração de UAS na Artilharia de Campanha (AC) revela-se promissora, porque potencia um aumento significativo da precisão dos fogos, resultando numa redução substancial no consumo de munições e uma maior proteção das forças empenhadas. Ao permitir a detecção e correção de impactos em tempo real, além da linha de vista dos observadores avançados (BLOS) e com uma elevada precisão de localização dos impactos, os UAS contribuem para a minimização do número de disparos necessários para atacar eficazmente um objetivo, reduzindo a assinatura da unidade de tiro e aumentando a sua capacidade de sobrevivência (Kay & James T, 2011). No Exército Português há uma lacuna doutrinária no que respeita à definição de procedimentos que orientam a integração efetiva destes sistemas na estrutura técnico-tática da AC. Esta carência torna-se relevante considerando a intenção expressa, na Lei de Programação Militar (LPM), de reforçar as capacidades da Força Terrestre nesta vertente através da aquisição de novos sistemas UAS. A presente investigação, assume-se como um contributo para colmatar este vazio, visando a definição e validação de um procedimento técnico-tático que permita integrar eficazmente os UAS no apoio de Fogos da AC.

Na AC, estes sistemas têm sido utilizados para apoiar a observação, a regulação de fogos, a avaliação de danos e recolha de informação para o posicionamento das unidades (Kay & James T, 2011). Esta tendência é reforçada por orientações da NATO que recomendam o desenvolvimento de capacidades que integrem UAS no sistema de Apoio de Fogos (AF) (Allied Joint Doctrine For Air and Space Operations, 2016; Estado - Maior do Exército, 2020). Atualmente, a observação do tiro de AC é feita por observadores avançados, cuja eficácia pode ser limitada pelas condições do terreno e pelas limitações inerentes a um operador humano (Estado - Maior do Exército, 2020).

Atualmente, não existe doutrina nacional que estabeleça a integração dos UAS com a AC, quer ao nível tático, quer ao nível técnico. Esta lacuna traduz-se, por um lado, na ausência de um procedimento que oriente a condução de missões de tiro com recurso a UAS

e, por outro lado, na indefinição sobre o modo como estas equipas devem ser integradas na estrutura e funcionamento da AC. Esta indefinição compromete o desenvolvimento de treino operacional e limita o total aproveitamento desta capacidade em contexto real.

A nível internacional, embora se reconheça que alguns países empregam esta capacidade, o acesso a documentação técnica ou doutrinária é inexistente, dada a natureza reservada da informação. Esta lacuna é confirmada tanto pela pesquisa bibliográfica realizada como pelos primeiros testemunhos recolhidos em contexto operacional. Está assim, em falta, um procedimento técnico que estabeleça como deve ser feita a condução de missões de tiro regulação de fogos de AC com recurso a UAS, bem como uma orientação clara sobre a forma como esta integração deve ocorrer a nível tático.

Apesar de existirem algumas referências que abordam a utilização de UAS em apoio à Artilharia, nenhuma propõe um procedimento técnico que contemple a realização manual dos cálculos de tiro no âmbito da regulação de fogos com estes sistemas. Em contexto nacional, registou-se uma tentativa pontual de utilização prática durante um exercício militar, sem que daí resultasse qualquer formalização escrita ou doutrinária. As soluções existentes, nacionais ou internacionais, não respondem ao vazio técnico e tático identificado nesta investigação.

As evidências recolhidas confirmam que, apesar de reconhecimento do potencial dos UAS no apoio à Artilharia, não existe, até ao momento, qualquer solução formalizada que permita a sua integração técnica e tática de forma sistematizada. Este vazio confirma a pertinência da investigação desenvolvida e justifica a necessidade de uma proposta operacional que responda a este desafio.

O Exército Português dispõe atualmente de UAS e operadores qualificados contudo, não existe ainda qualquer ligação formal entre estas capacidades e a AC. Paralelamente, encontram-se em curso iniciativas que visam expandir e modernizar estas valências, nomeadamente através da aquisição de novos sistemas e da realização de formações especializadas. Esta realidade, torna evidente a necessidade de refletir sobre o modo como estas capacidades podem ser integradas no contexto operacional nacional. A problemática identificada origina a seguinte pergunta de partida (PP), que serve de base à presente investigação: “Quais os procedimentos, técnico e tático, que possibilitem a condução de missões de tiro de AC com recurso a UAS?”.

Assim, a presente investigação tem como objetivo geral (OG) determinar os procedimentos, técnicos e táticos, que possibilitem a condução de missões de tiro de AC com recurso a UAS. Como objetivos específicos (OE), são definidos: (OE1) Definir o

procedimento técnico válido para a condução de missões de tiro de AC com recurso a UAS; (OE2) Identificar as entidades responsáveis nos canais de planeamento e redes de comunicações da AC com vista à sua integração funcional com UAS; (OE3) Determinar os pontos de integração funcional das equipas UAS na estrutura da AC com base na organização existente.

O presente trabalho culmina na elaboração de um procedimento técnico-tático para a condução de missões de tiro de AC com recurso a UAS, validade em contexto real e passível de aplicação imediata em ambiente operacional. Este procedimento constitui um contributo direto para a doutrina nacional, prevendo-se a sua integração sob a forma de adenda ao manual de tiro de AC. A proposta desenvolvida representa uma base de trabalho sólida e verificada, que poderá ser otimizada em investigações futuras, quer de forma global, quer através do aperfeiçoamento de componentes específicas da solução apresentada.

# CAPÍTULO 1 - REVISÃO DA LITERATURA

A AC materializa o principal sistema de Apoio de Fogos no contexto das operações terrestres. Segundo Wright (2015), a sua eficácia depende da existência de uma organização funcional bem definida, de canais de planeamento rigorosos e de redes de comunicação adequadas ao ambiente operacional. Este subcapítulo visa realizar uma revisão da estrutura tática e técnica da AC, descrevendo o seu funcionamento interno e a sua interação com as forças de manobra, com base na doutrina em vigor e em documentos de referência.

## 1.1. Canais de planeamento do Sistema de Apoio de Fogos

A coordenação eficaz de fogos de AC exige a existência de canais de planeamento pré-estabelecidos que assegurem a integração entre os escalões de decisão e os escalões de execução (Headquarters Department of the Army 2024). Estes canais organizam-se em três níveis principais; subunidade, unidade e escalões superiores.

Ao nível das subunidades (Unidade Escalão Companhia - UEC), o planeamento do apoio de AF é garantido por militares com conhecimento técnico em regulação de tiro, normalmente integrados nas *Fire Support Team* (FIST). Os elementos de cada equipa apoiam o comandante da UEC que estão a apoiar na definição das necessidades de fogos e articulam a sua execução com os meios disponíveis (Estado - Maior do Exército, 2004).

Ao nível de Unidade Escalão Batalhão (UEB), o planeamento é conduzido pelo Oficial de Apoio de Fogos (OAF), que integra o Elemento de Apoio de Fogos (EAF) da UEB e colabora com os oficiais de Estado-Maior (EM), nomeadamente o S3 (Oficial de Operações) e o S2 (Oficial de Informações). Com base nos objetivos definidos, o OAF elabora um plano de fogos adaptado às necessidades das forças de manobra (Estado - Maior do Exército, 2004). O plano de fogos já refinado e consolidado, tem como missão apoiar as diferentes modalidades de ação da manobra e é posteriormente integrado na versão final do documento da ordem de operações.

Nos escalões superiores, o planeamento de AF é conduzido pelo Elemento de Apoio de Fogos (EAF), células funcionais que incluem o OAF do respetivo escalão e que colaboram com os restantes oficiais do Estado-Maior como é indicado em Estado - Maior do Exército (2004) e Headquarters Department of the Army, (2024). Oficiais de ligação, como Oficial de Ligação à Força Aérea (OLFA) e o Oficial de Ligação à Artilharia Naval (OLAN), são membros integrantes do EM tendo como função a integração das diversas

capacidades dos seus ramos no planeamento das unidades. Contudo, o responsável máximo pela integração todo o AF num plano funcional e coerente é o OAF de cada escalão como é referido em (Estado - Maior do Exército, 2004) e (Headquarters Department of the Army, (2015).

## **1.2. Tipos de Planeamento na AC**

O planeamento do AF pode assumir duas formas distintas: o planeamento deliberado e o planeamento expedito (Estado - Maior do Exército, 2020 e Headquarters Department of the Army, 2024).

O planeamento deliberado é definido como um processo com duas fases. A primeira desenvolvida no sentido descendente, dos escalões superiores para os escalões inferiores, contemplando de forma detalhada os meios de apoio de fogos disponíveis, a sua atribuição, os objetivos para planeamento e a sua integração com as forças de manobra.

Neste contexto, existe a cada escalão uma entidade com conhecimento técnico específico, que elabora a lista de objetivos do seu escalão, tendo por base as orientações recebidas e em coordenação com as unidades de manobra que está a apoiar. Ao atingir o escalão mais baixo, inicia-se a segunda fase com movimento inverso, de sentido ascendente, cujo objetivo é a eliminação de duplicações de objetivos provenientes de entidades com zonas de ação contíguas. A finalização deste processo culmina numa lista consolidada, coerente e isenta de duplicações, que abrange os objetivos a serem batidos aos diferentes níveis de responsabilidade e pelos diferentes meios de apoio de fogos disponíveis.

A estrutura organizacional ternária do Exército Português, contribui para esta necessidade de consolidação. Assim, um Grupo de Artilharia de Campanha (GAC) apoia uma Brigada a três UEBs pelo que cada Bateria (Btr) de AC orienta os seus fogos com prioridade de resposta às três UEC da UEB, destacando uma equipa de observação avançada para junto do comandante de cada UEC da UEB com que se liga. Uma vez identificados os objetivos pelos OAVs, são encaminhados para o OAF da UEB, que os agrupa e filtra eliminando repetições. O processo repete-se até ao topo da cadeia planeamento, garantindo uma visão integrada.

Por sua vez, o planeamento expedito, caracteriza-se por ser um processo dinâmico que tem a sua origem nos escalões hierárquicos mais baixos sendo vocacionado para responder a problemas inopinados e imediatos frutos da volatilidade do combate

(Headquarters Department of the Army, 2024). Desenvolve-se principalmente em escalões mais baixos procurando garantir uma resposta célere e eficaz a situações imprevistas.

Neste modelo de planeamento, os OAv indicam objetivos em tempo real e comunicam-nos de imediato ao escalão superior, desencadeando um processo semelhante de consolidação, mas adaptado à urgência da situação. O documento resultante desta tipologia de planeamento – o Plano de Apoio de Fogos Expedito - é mais sucinto e focado, contendo apenas os elementos essenciais à execução imediata da missão.

Enquanto o planeamento deliberado se materializa em documentos formais que integram a ordem de operações e permitem antecipar com maior rigor a atuação da AC, o planeamento expedito responde às necessidades táticas emergentes, funcionando como um complemento operativo em tempo real. A completa e detalhada elaboração do planeamento deliberado permite ainda uma maior fluidez na execução dos fogos, devido ao estabelecimento prévio de medidas de coordenação.

Compreender esta duas tipologias de planeamento permite conhecer o papel crítico dos UAS, enquanto vetores de observação e aquisição de objetivos, tanto no processo de planeamento como na sua execução. A sua capacidade de recolha e transmissão de informação em tempo real, torna-os valiosos quer na identificação de objetivos, quer no refinamento e validação da versão final da lista de objetivos elaborada, quer nos restantes documentos de planeamento (Tatics, Techniques and Procedures for Close Air Support and Air Interdiction, 2019).

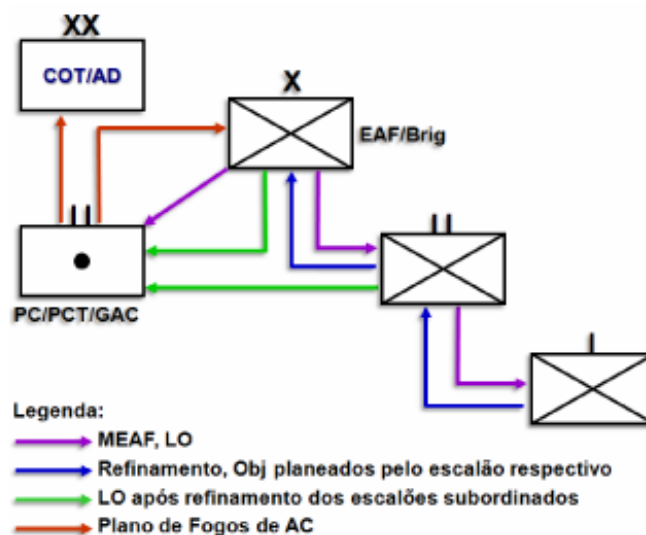


Figura nº 1 Canais de Planeamento de Fogos de AC na Brigada

### **1.3. Redes de Comando e direção de tiro e redes de Direção de Tiro**

As redes de comunicações da AC permitem ligar os vários órgãos e elementos da AC (Headquarters Department of the Army, 2024). Esta ligação compreende duas redes distintas: a rede de comando e direção de tiro (CT1) e a rede de direção de tiro (T1, T2, T3). Esta estruturação permite que os aspetos técnicos e táticos do tiro sejam geridos de forma paralela e sem sobreposição de comunicações.

A rede de comando e direção de tiro (CT1) é de natureza tática e permite a autorização e coordenação de fogos entre os OAv, os postos centrais de tiro (PCT) e os OAF. É nesta rede que circula a informação relativa à decisão tática de empregar os meios de AF da AC. A rede de comando e direção de tiro é do tipo rádio de forma a possibilitar a integração das várias entidades tendo em conta a sua dispersão espacial.

A existência desta rede permite um comando descentralizado e um desenvolvimento fluido de todo o procedimento, salvaguardando simultaneamente o controlo por parte dos escalões superiores.

As redes de direção técnica de tiro, são de natureza técnica e ligam os diferentes elementos internos da bateria: PCT, secções de bocas de fogo e comandante de Bateria de tiro. Nestas redes circulam os elementos de tiro assim como todos os procedimentos inerentes ao funcionamento interno de cada bateria. É nesta rede que, em caso de veto, o OAF pode interromper com o pedido de tiro, caso contrário, o silêncio rádio é entendido como aprovação tácita. Estas redes, normalmente filares, são mais seguras contra interferências externas por parte do inimigo, por exemplo contra ações de guerra eletrónica, dificultando a deteção da nossa força por parte do inimigo e garantindo a fiabilidade na transmissão dos dados técnicos inerentes ao tiro de AC.

Para além, das redes mencionadas, existe ainda uma rede alternativa de comando e direção de tiro (CT2) que deve ser usada em caso de interferência ou empastelamento da CT1. Esta redundância reforça a resiliência do sistema.

Em suma, enquanto as redes técnicas são críticas para a execução dos fogos, possibilitando a comunicação entre os órgãos internos da bateria, a rede CT1 é vital para coordenação tática, desde o planeamento até à autorização da sua execução. Ambas são indispensáveis ao funcionamento coordenado e eficaz no sistema de AC e constituem um objeto de estudo indispensável de forma a possibilitar a integração dos UAS na estrutura organizacional atual da AC.

Na Figura nº. 2 encontram-se esquematizadas as redes CT1 e CT2 a verde e as redes T1,T2 e T3 representadas a vermelho.

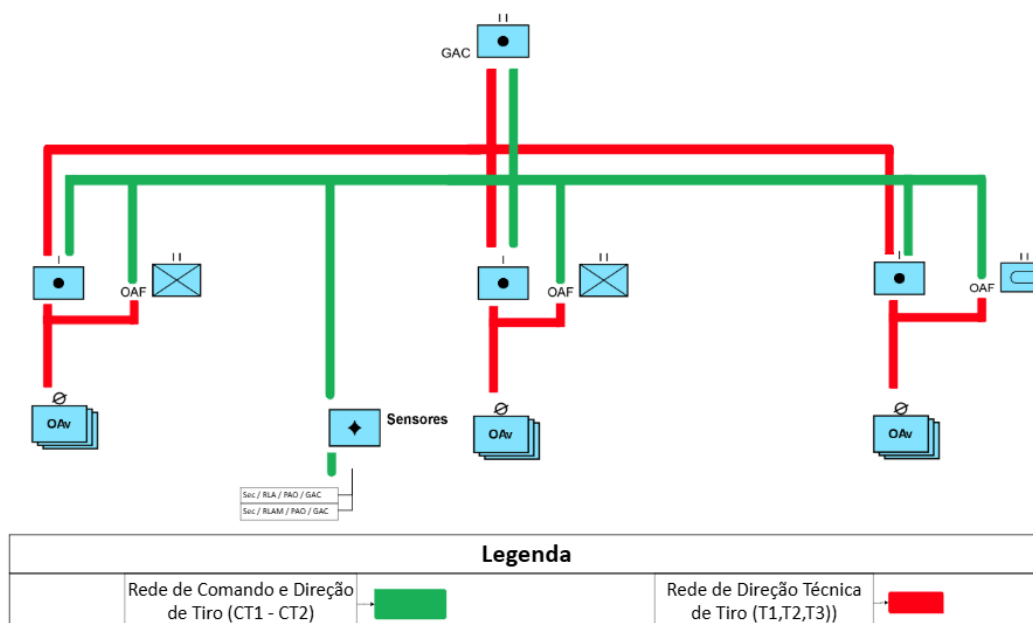


Figura nº 2 Redes da AC

#### 1.4. Entidades de ligação da estrutura da Artilharia de Campanha

A estrutura funcional da AC está organizada por níveis hierárquicos, assegurando a prontidão e continuidade do apoio de fogos da AC, ao longo de toda a cadeia de comando. Cada nível integra entidades com responsabilidades específicas no planeamento, aprovação coordenação e execução dos fogos, permitindo uma articulação eficaz entre as forças de manobra e as unidades de AC (Headquarters Department of the Army, 2024).

De acordo com as considerações de empenhamento de UAS explícitas em *Tactics, Techniques and Procedures for Close Air Support and Air Interdiction*, (2019), os oficiais que estabelecem a ligação entre as equipas UAS e as unidades apoiadas, são elementos críticos tanto no planeamento como durante a execução de missões de voo.

Ao nível tático, mais elementar (UEC), junto às forças de manobra, encontram-se as FIST, equipa que contem o OAv que opera em estreita ligação com os comandantes das UEC (Headquarters Department of the Army, 2024). Estes elementos são responsáveis pela observação e designação de alvos e transmissão de pedidos de tiro em tempo real, atuando como o primeiro elo de ligação do canal de planeamento e coordenação de fogos de AC (Headquarters Department of the Army, 2015). Perante a necessidade de fogos de AC, o OAv

contacta diretamente o PCT da bateria a que pertence, transmitindo os elementos necessários para o cálculo dos elementos de tiro e execução dos fogos.

Ao nível das UEB, destaca-se o OAF que é também o coordenador de apoio de fogos (CAF) deste escalão. Embora o OAF não tenha intervenção direta no circuito técnico do pedido de tiro, está permanentemente à escuta nas redes técnicas de tiro (T1,T2,T3). A sua função consiste em validar taticamente os pedidos de tiro transmitidos pelo OAv, sendo o seu silêncio interpretado como aprovação tácita. Apenas em caso de veto explícito, existe interrupção ou condicionamento do tiro. Este modelo de escuta passiva garante fluidez ao processo, mantendo simultaneamente o controlo tático por parte dos escalões superiores.

Em escalões superiores, os CAF lideram os EAF de cada escalão. Nestes escalões, a troca de informações ocorre através do elo de ligação estabelecido entre os OAF de cada escalão. Para além disso, estes elementos estão em constante coordenação com os elementos de EM de cada escalão contribuindo ativamente para o planeamento das operações.

### **1.5. Ligação entre a Artilharia de Campanha e as Forças de Manobra**

A AC, como elemento de apoio às forças de manobra atua muitas vezes, associada às suas necessidades operacionais. O seu empenhamento depende da existência da ligação funcional e permanente entre os dois sistemas, assegurando que os fogos de AC são planeados, solicitados e executados em coordenação com as operações desenvolvidas pelas forças de manobra (Headquarters Department of the Army, 2024).

Esta ligação concretiza-se em dois níveis principais: o técnico e o tático.

A nível técnico, a ligação é garantida pela presença de militares com conhecimentos técnicos em regulação de tiro, que se encontram integrados nas subunidades da manobra, como é exemplo os FIST e os OAFs (Simmering, 2016). Estes elementos operam junto do comandante da unidade apoiada, prestando apoio direto à sua decisão em matéria de fogos (Headquarters Department of the Army, 2015). Ainda assim, o comandante da UEC, que assume função de CAF desse escalão, é quem tem o poder de aprovação para a execução de fogos para dentro da ZA de ação definida para a sua companhia. Após obter a aprovação para a execução dos fogos, o OAv elabora o pedido inicial de tiro, que segue pelas redes da AC, nomeadamente as redes técnicas de tiro, onde o OAF de batalhão se encontra à escuta.

A nível tático, a ligação entre a AC e as forças de manobra é assegurada através dos EAF, em coordenação com os EM de cada escalão. O OAF estabelece uma ligação estreita com os oficiais do EM, nomeadamente com o oficial de operações (S3) e oficial de

informações (S2), de modo a elaborar um plano de apoio de fogos ajustado à manobra tendo em conta as capacidades disponíveis (Headquarters Department of the Army, 2024). Neste nível, os meios de aquisição de objetivos da AC podem responder a *requests for information* (RFIs) das unidades de manobra. Neste nível é ainda importante referir o plano de pesquisa das informações, pois o planeamento e coordenação de emprego dos meios de pesquisa de todas as unidades contribuem para a deteção e identificação de alvos conforme determinado no plano de pesquisa.

O PCT da bateria intervém apenas no plano técnico, limitando-se à transformação dos pedidos de tiro do OAv para comandos de tiro que são então enviados às secções de bocas de fogo. Por outro lado, o PC e o PCT do grupo, podem também desempenhar um papel de coordenação tática, nomeadamente na gestão dos pedidos de tiro elaborados pelos OAv e na alocação eficiente dos fogos (Headquarters Department of the Army, 2015). A articulação estabelecida aos diversos escalões permite a integração plena da AC no esforço global da manobra (Headquarters Department of the Army, 2024).

Como tal, a qualidade desta articulação tem influência direta na eficácia do Apoio de Fogos de AC. A existência de redes de comunicações bem definidas, canais de planeamento estabelecidos e articulação constante entre AC e manobra, são fatores críticos para garantir a fluidez de todo o processo, reduzindo atrasos e aumentando a probabilidade de sucesso no cumprimento da missão.

Resumindo, através da figura 3, é possível identificar o OAF e o OAv como os elementos responsáveis pela interligação entre a AC e as forças de manobra. Esta esquematização torna evidente dois pontos distintos. Primeiro, que a ligação às forças de manobra existe devido à permanência física do OAF e do OAv junto aos elementos de manobra, mas que pode ser substituído por sistemas automáticos de comando e controlo em que a permanência física deixa de ser necessária. Segundo, a ligação às forças de AC é possível devido à existência das redes de comunicação da AC abordadas no capítulo anterior, nas quais tanto o OAF como OAv são elementos integrantes.

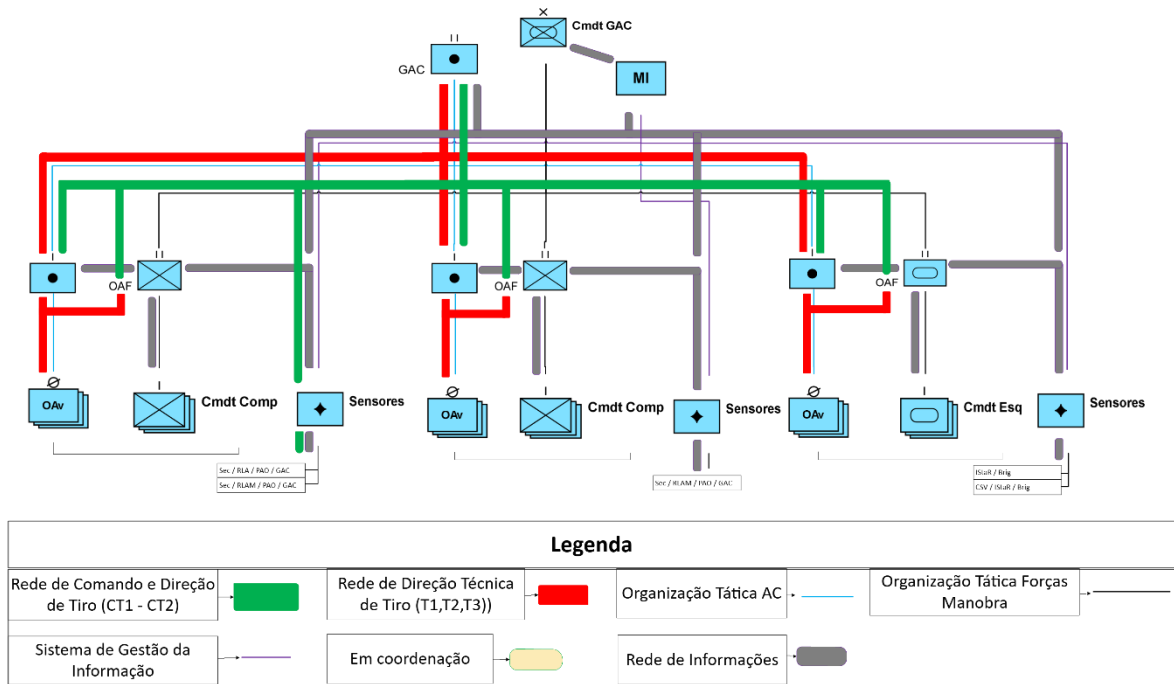


Figura nº 3 Organização e integração da AC com as forças de manobra

## 1.6. UAS (Arquitetura UAS – NATO)

Este ponto visa sistematizar os UAS para uso militar e identificar as características mais vantajosas destes sistemas como elemento integrante do apoio de fogos, mais especificamente na AC pois, de acordo com o referido em *Tactics, Techniques and Procedures for Close Air Support and Air Interdiction*, (2019) estes sistemas melhoram a capacidade dos *Joint Terminal Attack Controller* (JTAC) para detetar e localizar alvos que não podem ser detetados por observação a partir da posição no solo devido ao encobrimento do terreno e à obstrução da linha de visão.

### 1.6.1. Definição de UAV vs UAS

Segundo Bronk & Watling, (2024) a distinção de veículo aéreo não tripulado (UAV) e UAS é crucial pois, embora o nome seja bastante similar, estes conceitos materializam-se em capacidades e constituintes distintos.

De acordo com Łukaszewicz et al., (2022) UAV é uma aeronave que não necessita da presença de um piloto humano a bordo e esta definição é também usada por (Malinowski, 2016). Complementando esta definição Lykou et al., (2020) e Bartulović et al., (2023) acrescentam que de acordo com o nível de automação, estas aeronaves podem voar em modo de piloto automático ou por controlo remoto como também refere Hashim, (2025).

Segundo o conceito estratégico NATO para o emprego de UAS, um UAV é definido como “*An aircraft that does not carry a human operator and is capable of flight under remote control or autonomous programming*” (NATO, 2010). Esta definição está na génese da definição proposta doutrinária NATO em *Allied Joint Doctrine For Air and Space Operations*, (2016) que acrescenta que a aeronave é normalmente recuperável e pode transportar cargas letais ou não letais.

A diversidade de fontes permite estabelecer interceções entre as definições propostas pelos vários autores, sendo que estas nunca se revelam antagónicas e frequentemente se completam.

Assim, da interseção das diversas definições resulta a seguinte definição de UAV: “*Vehicles that use aerostatic or aerodynamic lift, and overall don’t generally fly on a ballistic trajectory can be categorized as an aircraft. These vehicles can be propelled by a motor (e.g. rotary or jet) to create lift and sustain flight. If these aircraft do not house a pilot within the airframe and are operated remotely using various levels of automated functions, they are considered an UA, excluding cruise missiles.*” (Alwardt et al., 2021) sendo esta a definição considerada para a elaboração deste trabalho.

De acordo com Ariante & Del Core, (2025), o acrónimo UAV refere-se especificamente ao veículo aéreo propriamente dito, ao passo que UAS engloba todos os constituintes de um sistema. Concordante, Łukaszewicz et al., (2022) afirma que o UAV é um dos elementos que constitui o UAS e que assume um papel central. Contudo, Malinowski, (2016) relembra que, não menos importante que o UAV, são os sensores e os sistemas de comunicação acoplados que também fazem parte do sistema.

Como tal, segundo Ariante & Del Core, (2025) apresentam-se como componentes de um UAS os seguintes elementos: o UAV, a estação de controlo terrestre (GCS - *Ground Control Station*) e sistemas de comunicações.

Paralelamente, Bronk & Watling, (2024) estudam este complexo sendo que, para tal, subdividem o sistema em seis elementos distintos, sendo eles, a plataforma, sistema de propulsão, o sistema de navegação, sistema de comunicação de dados, sensores, efetores e legislação.

Finalmente, importa considerar quais os elementos de um UAS propostos no conceito estratégico para o uso de UAS na NATO, sendo eles: “*the unmanned aircraft, payloads, human elements, datalinks and support element*” (Joint Air Power Competence Centre, 2010).

Os componentes referidos por Ariante & Del Core, (2025), Malinowski, (2016) e (Bronk & Watling, (2024), encontram agrupados na definição proposta no conceito estratégico para o emprego de UAS, que preconiza sete elementos distintos, sendo eles: o UAV, a *payload*, a componente humana, as componentes de controlo, os *datalinks*, componentes de suporte e o operador (Joint Air Power Competence Centre, 2010).

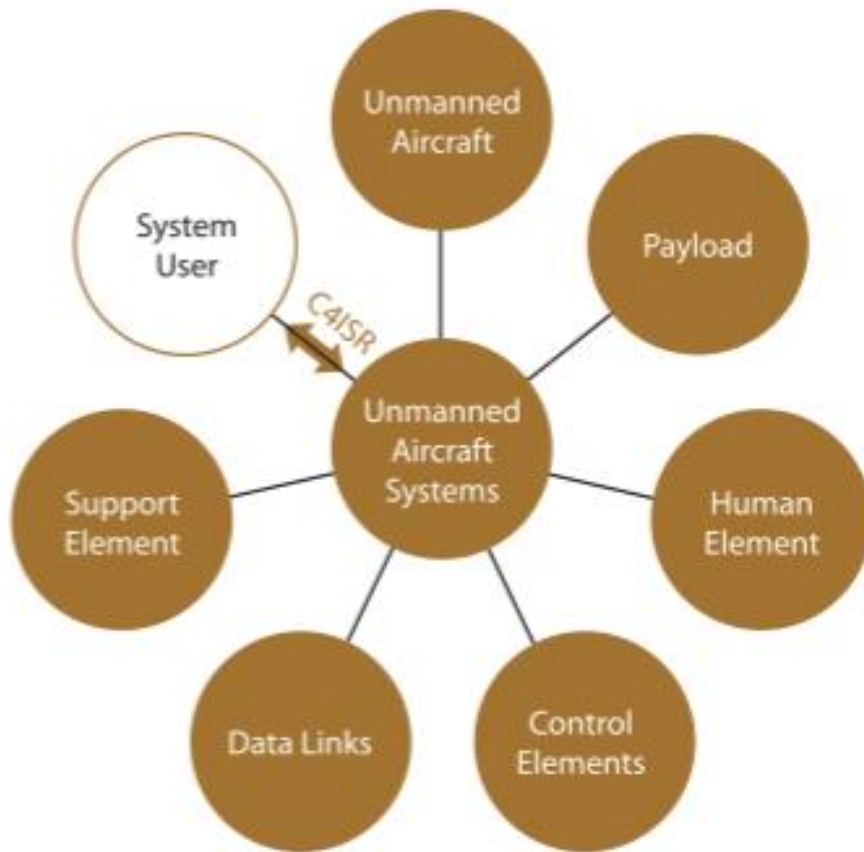
Assim, de acordo com as diretivas emitidas pela NATO, um UAS pode ser definido como um sistema, cujos componentes incluem a aeronave, sem piloto a bordo, os sistemas de comunicações e todo equipamento e pessoal necessário para operar a aeronave e os seus sensores e/ou armamento (Ministry of Defence Shrivenham, 2017).

### **1.6.2. Constituintes de um UAS**

Devido à atualidade desta temática e às recentes publicações sobre esta matéria, podemos aferir que a literatura não é constantemente coerente, relativamente aos termos atribuídos a determinados conceitos, existindo por vezes redundância da terminologia.

Assim, uma vez sendo este trabalho de âmbito militar é adotada a terminologia definida pela NATO sendo consideradas atualizações que resultem de investigações que permitam atualizar a doutrina existente, pelo que são considerados constituintes dos UAS, os componentes identificados no conceito estratégico para o emprego de UAS pela NATO, sendo eles: o UAV, o *payload*, o elemento humano, os elementos de controlo, os data links, elementos de suporte e o operador (Joint Air Power Competence Centre, 2010).

Na Figura nº. 4 está esquematizada a constituição padrão dos UAS proposta pela NATO em que são identificados de forma individual todos os componentes que operacionalizam um UAS.



**Figura nº 4 Constituintes UAS**

**Fonte: (Joint Air Power Competence Centre, 2010)**

### **1.6.3. Plataforma (UAV)**

A escolha da tipologia de UAV utilizada para cada tipo de missão, deve ser condizente com as especificidades de cada missão (Hashim, 2025).

Como tal, é relevante uma compreensão geral das tipologias de UAV existentes, de forma a criar uma base de conhecimento que permita a discussão.

A maioria dos UAVs pode ser classificado em duas categorias, sendo elas de asa fixa e de asa-rotativa (Hashim, 2025). Esta divisão é também utilizada por Ariante & Del Core, (2025) que também a utilizam e a aprofundam, através da criação de uma terceira categoria que denominam de veículos híbridos. Esta tipologia de aeronaves procura conferir a capacidade de descolagem e aterragem vertical (VTOL), ao passo que permite conservar a eficiência energética das aeronaves de asa fixa (Ariante & Del Core, 2025).

Atendendo às características das aeronaves de asa fixa Bronk & Watling, (2024), referem que esta tipologia de aeronave é mais eficiente no que diz respeito ao transporte de uma determinada *payload* durante uma determinada distância, especialmente quando considerada a relação custo-benefício. Ariante & Del Core, (2025) acrescentam ainda que esta eficiência advém da capacidade de planar, reforçando que as aeronaves de asa fixa são mais estáveis e que oferecem uma capacidade de carga maior, tendo maior alcance e autonomia.

Contudo, Hashim, (2025) refere que, não obstante destas capacidades, esta tipologias de aeronaves não são adequadas para missões em que a aeronave tenha de estar estacionária sobre um ponto durante um longo período temporal. Ariante & Del Core, (2025) complementa esta afirmação indicando que UAVs de asa fixa carecem da agilidade, tal é corroborado por Bronk & Watling, (2024) que indica que aeronaves de asa fixa são incapazes de executar curvas apertadas e de pairar sobre um ponto específico. Hashim, (2025), acrescenta: *“Rotary-wing UAVs (e.g., quadcopters), are perfectly fit for stationary-like missions, but they are disadvantaged by low speed and smaller payloads”*. Ariante & Del Core, (2025) complementam que, devido à sua capacidade VTOL, elevada manobrabilidade, agilidade, estrutura compacta e à sua facilidade de uso, as aeronaves de rotor têm obtido uma maior adoção na sua generalidade.

Como mencionado anteriormente, a tipologia híbrida de UAVs permite combinar as vantagens de ambos os tipos, contudo, o seu desenvolvimento ainda se encontra numa fase de testes e aperfeiçoamento.

Desta forma, Hashim, (2025) afirma que a componente chave a ser considerada para o planeamento de missões com UAV é a otimização do consumo de energia da performance.

Como tal, Bronk & Watling, (2024) e Hashim, (2025) ambos concordam que a escolha da tipologia de UAV mais adequada, depende diretamente da tipologia de missão a ser executada.

**Tabela nº 1 Comparação de tipologias de UAV.**

Tipos de UAV	Vantagens	Desvantagens
Asa fixa	-Eficiência energética - Estabilidade - Maior capacidade de carga	- Falta de agilidade - Estruturas adicionais (Pista de descolagem e aterragem; Catapultas)

	- Autonomia de voo - Voos de maior duração	-Sem capacidade de pairar - Pilotagem mais complexa
Asa Rotativa	- Capacidade VTOL -Capacidade de pairar - Elevada manobrabilidade - Elevada agilidade - Estrutura compacta - Relação custo-benefício	- Autonomia limitada - Menor velocidade - Capacidade de carga mais limitada
Híbridos	- Capacidade VTOL -Eficiência energética (planagem) - Capacidade de pairar - Adaptabilidade	- Limites Estruturais (ex. fase de transição) - Elevados custos - Maior peso (mecanismos adicionais de VTOL)

Fonte: Adaptado de (Ariante & Del Core, 2025)

#### 1.6.4. Payload

Segundo (Malinowski, 2016) não menos importante que os UAVs são os sensores e equipamentos de comunicação que podem inclusive influenciar a concepção do sistema.

Importa definir o conceito de *payload* que, de acordo Ganesh Kumar & Gudipalli, (2024) e Mohsan et al., (2023) consiste na capacidade de levantar e transportar peso. Esta definição é corroborada pela definição proposta por (Alwardt et al., 2021) que acrescenta que o *payload* consiste em sensores de imagem e, se aplicável, armamento.

Deste modo, podemos definir como *payload*, a capacidade de descolar e transportar um determinado peso que pode ser de armamento, equipamento ou sensores para que o sistema cumpra a sua missão. Nesta investigação, delimitamos a tipologia de *payload* a sensores e equipamentos de comunicações que permitem integrar os UAS na cadeia de tiro de AC.

Conforme referem Bronk & Watling, (2024), os sensores podem ser categorizados de acordo com as bandas espectrais em que operam. Podemos referir que existem quatro categorias de sensores de imagem, sendo elas; eletro-óticos/infravermelhos (EO/IR), radares de abertura sintética (SAR), light detection and ranging (LiDAR) e sensores multi/hiper-espectrais (Alwardt et al., 2021; Bronk & Watling, 2024; Ganesh Kumar & Gudipalli, 2024; Mohsan et al., 2023). Pelo que, a tipologia de sensor a ser utilizada, deve ser adaptado ao objetivo de cada missão especificamente e aos efeitos pretendidos sobre o alvo (Tatics, Techniques and Procedures for Close Air Support and Air Interdiction, 2019; Wargo et al., 2014). Os sensores EO/IR operam no espectro eletromagnético desde a radiação ultravioleta

longo ou térmico (Bronk & Watling, 2024). O seu funcionamento assenta sobre as teorias de transferência de energia, uma vez que quantificam a quantidade e intensidade de energia emitida e/ou refletida por uma determinada região ou item (Ganesh Kumar & Gudipalli, 2024). Segundo (Joint Chiefs of Staff, 2014), EO permitem a identificação de cores sendo a sua utilidade limitada à noite com alvos luminosos ou iluminados, enquanto que os sensores IR permitem operar de dia ou de noite no espectro infravermelho e possibilitam uma visibilidade parcial ou limitada através do pó e do fumo.

Alternativamente, os SAR têm capacidade de gerar imagens de alta resolução enquanto a operar em condições de pouca visibilidade, entenda-se com pouca luminosidade, a existência de nevoeiros e nuvens, uma vez que a propagação de micro-ondas não é influenciada por estes fatores (Chua et al., 2019; Ouchi, 2013; Yonezawa & Watanabe, 2020).

Alternativamente, a tecnologia Light Detection and Ranging (LiDAR) é capaz de oferecer imagens de alta resolução e com precisão elevada devido ao curto comprimento de onda em que opera (Zhang et al., 2022).

Mediante (Vivek et al., 2022), LiDAR consiste num sensor ótico de deteção remota capaz de determinar a distância a um alvo. Os autores (Ganesh Kumar & Gudipalli, 2024; Li et al., 2022) sugerem que os sistemas LiDAR permitem maior precisão na determinação da distância ao alvo e da velocidade quando comparados com sistemas *Radio Detection and Ranging* (RADAR), devido ao menor comprimento de onda da radiação utilizada.

De acordo com (Kang et al., 2015), cada píxel da imagem obtida possui informação espectral organizada por camadas correspondentes a todo o espectro eletromagnético. Tal permite obter uma alta diferenciação espectral facilitando a deteção de alvos obscurecidos em ambientes de visibilidade reduzida, tais como alvos camuflados e Artilharia não detonada (Eckel & Stütz, 2024).

Como tal, associando a flexibilidade e a elevada prontidão dos UAS com a capacidade multiespectral de a longo alcance, torna os sensores multiespectrais acoplados a UAS altamente adequados para a execução de missões de reconhecimento onde se procuram identificar alvos camuflados ou dissimulados em ambientes complexos (Eckel & Stütz, 2024).

**Tabela nº 2 Comparação de técnicas de detecção remotas**

Técnicas de Detecção	Vantagens	Desvantagens
Óticos	- Possibilidade de mudança de perspectiva e de operação em proximidade do objetivo com maior capacidade de identificação do objetivo devido à alta resolução do sensor	- Capacidade computacional limitada, necessidade de um vídeo estabilizador eficiente
LiDAR	- Possibilidade de operar em proximidade do objetivo melhorando a fase de identificação	- Potência a bordo limitada
RADAR	- Devido à utilização da detecção próxima, o consumo de energia do sensor ativo é significativamente reduzido	- Potência a bordo limitada

Fonte: Adaptado de Ariante & Del Core, (2025)

### 1.6.5. Ground Control Station

A GCS é o ponto central de comando controle e coordenação de operações com UAS (Klouda & Marcoñ, 2024). Segundo (Kilic et al., (2024) e Kwon et al., (2016), a GCS fornece aos operadores uma visão abrangente e em tempo real do ambiente operacional em que o UAV está a operar sob a forma de telemetria e dados dos sensores e vídeo. Tal, permite diminuir o tempo na tomada de decisão em ambientes complexos devido a uma maior consciência situacional assegurando o cumprimento da missão (Heo et al., 2016; Kilic et al., 2024).

Assim, Klouda & Marcoñ, (2024) alertam para a importância de estudar a interação homem-máquina uma vez que esta afeta significativamente a segurança e o sucesso da missão. (Klouda & Marcoñ, 2024; Rs, 2024) sugerem que a utilização de uma GCS *user-friendly* não apenas facilita o trabalho do operador, como elimina stress desnecessário do mesmo e aumenta a eficiência no processo de tomada de decisão, conduzindo à melhoria geral do seu desempenho.

Desta forma, Garbarino et al., (2023) define dois conjuntos de critérios distintos, os funcionais e os operacionais Tabela 1 com base na teoria “*Human Machine Interface*” que

entende serem indispensáveis para o aumento da consciência situacional e diminuição da carga de trabalho depositada sobre o operador.

Com base nestes critérios, Garbarino et al., (2023) propõem a organização da GCS em cinco componentes, sendo eles, o *display* primário de voo, o painel de monitorização de saúde, o sistema de informação do motor, painel de visualização de superfície e o *display* de navegação multifuncional.

Intrínsecos ao funcionamento dos componentes apontados por Garbarino et al., (2023), está o hardware, que faz a sua materialização, o software, que permite a interação entre os diferentes subsistemas e todo o sistema comunicacional destinado à transmissão de dados entre todos os componentes do UAS (Rs, 2024).

Desta forma, a GCS constitui o principal meio de comando, controlo e coordenação (C3) que proporcionam ao operador ferramentas destinadas ao planeamento e execução de missões com os UAV, nomeadamente a criação de planos de voo detalhados e seleção de sensores adequados aos requisitos operacionais de cada missão (Rs, 2024).

Seguidamente Heo et al., (2016), revela a recente capacidade de cada operador controlar não apenas uma, mas até quatro *unmanned combat entities* (UCE), empenhando aquela que apresenta mais garantias para o cumprimento da missão.

Constatamos então a relação estreita estabelecida entre a componente humana, de controlo e de suporte referida como elementos fundamentais do UAS por (Bronk & Watling, 2024).

#### **1.6.6. Classificação de UAS**

Os UAVs podem ser classificados de acordo com as suas características de desempenho, nomeadamente peso, envergadura de asa, capacidade de carga, alcance, altitude máxima, velocidade máxima e custos de produção (Ariante & Del Core, 2025; Gholami, 2024; Hassanalian & Abdelkefi, 2017). Hassanalian et al. (2015) afirmam que dependendo da missão a executar, o tamanho e o equipamento a transportar pela aeronave, são diferentes. Khan et al. (2020) reforça esta ideia destacando a vantagem de um sistema de classificação que considera requisitos operacionais, pois agiliza a identificação da tipologia de UAS mais adequada para cada missão.

No seguimento do referido por Khan et al. (2020), Hassanalian & Abdelkefi (2017) propõem um sistema de classificação distinto do modelo de classificação NATO em que são consideradas mais detalhadamente as características de desempenho de cada sistema,

nomeadamente os sistemas de guiamento, controlo e navegação. De acordo com as descobertas de Ariante & Del Core (2025), Gholami (2024) e Hassanalian & Abdelkefi (2017), os veículos aéreos não tripulados (UAVs) podem ser categorizados com base nas suas características de desempenho operacional, que incluem peso, envergadura, capacidade de carga útil, altitude operacional máxima, velocidade máxima e despesas de produção. Hassanalian et al. (2015) concorda com Tactics, Techniques and Procedures for Close Air Support and Air Interdiction, (2019) uma vez que ambos afirmam que as dimensões e os equipamentos a serem transportados pela aeronave variam de acordo com os requisitos específicos da missão. Khan et al. (2020) reforça essa perspetiva ao enfatizar os benefícios de uma estrutura de classificação que incorpora as necessidades operacionais, pois agiliza a identificação do tipo de Sistema de Aeronave Não Tripulada (UAS) mais adequado para cada missão.

Com base nos contributos de Khan et al. (2020), Hassanalian e Abdelkefi (2017) apresentam uma estrutura de classificação que diverge do modelo de classificação da OTAN, em que os atributos de desempenho de cada sistema, incluindo sistemas de orientação, controlo e navegação, são examinados em maior profundidade.

O modelo de classificação NATO proposto em (The joint air power competence centre (japcc) flight plan for unmanned aircraft systems (uas) in nato, 2008), prevê a categorização dos UAS com base no peso bruto de decolagem e altitude operacional, como refere (Malinowski, 2016)

A Classe I engloba sistemas com peso bruto de decolagem não superior a 150 kg e altitude operacional de até 1500 m. Essa classificação é ainda segmentada em três subclasses: micro UAVs pesando até 66J, mini UAVs com peso máximo de 15 kg e pequenos UAVs que variam de 15 kg a 150 kg, com as respetivas altitudes operacionais limitadas a 60 metros, 900 metros e 900 a 1500 metros.

A classe II inclui sistemas com peso bruto de decolagem entre 150 kg e 600 kg e que atingem uma altitude operacional de até 5500 metros.

A Classe III compreende sistemas com um peso bruto de decolagem superior a 600 kg. Essa categoria é ainda segmentada em três classificações: *Medium Altitude Long Endurance* (MALE), *High Altitude Long Endurance* (HALE) e Ataque/Combate.

A tabela 3 apresenta a sistematização de classificação dos UAVs de acordo com a forma de classificação da NATO, incluindo exemplos de UAVs para cada classe.

**Tabela nº 3 Sistema de Classificação de UAVs NATO.**

Classe	Categoria	Emprego normal	Altitude Operacional Normal	Raio de missão normal	Comandante primário a apoiar	Exemplo de UAS
Classe III (>600Kg)	Ataque/ Combate	Estratégico / Nacional	Até 20000m	Ilimitado (BLOS)	Teatro	Reaper
	HALE	Estratégico / Nacional	Até 20000 m	Ilimitado (BLOS)	Teatro	Global Hawk
	MALE	Operacional / Teatro	Até 1400 m	Ilimitado (BLOS)	JTF	Heron
Classe II (150-600KG)	Tactical	Formação tática	Até 5500 m	200 Km	Brigada	Hermes 450
Classe I (<150kg)	Small (>15Kg)	Unidade Tática	Até 1500 m	50 Km	Batalhão, Regimento	Scan Eagle PD-2
	Mini (<15kg)	Sub-unidade Tática	Até 900 m	Até 25Km	Companhia, Pelotão, Esquadra	Skylark
	Micro (<66J)	Sub-unidade Tática	Até 60 m	Até 5Km	Pelotão, Esquadra	Black Widow

**Fonte: Adaptado de STANAG 4670**

## CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA, MÉTODOS E MATERIAIS

A seleção de uma metodologia adequada ao tipo de investigação é um elemento crucial para alcançar os objetivos propostos. Desta forma, foi utilizada uma metodologia qualitativa apoiada no método de “*Engineering Design Process*” (EDP). Este método é um processo iterativo que permite a identificação e desenvolvimento de soluções eficazes para problemas complexos (Kaffe & Houstis, 2017; Zhou, 2024). Este método é constituído por um conjunto de etapas que incluem a definição do problema, a pesquisa de informações, o levantamento de requisitos, a geração de ideias, o desenvolvimento, prototipagem de soluções, teste das soluções, finalizando com a comunicação de resultados. A iteratividade desta metodologia prende-se com o facto do cumprimento ou incumprimento dos requisitos levantados poder determinar a necessidade de visitar etapas anteriores, garantindo assim que as soluções propostas atendam de forma eficaz às exigências identificadas, conforme ilustrado na figura 5.

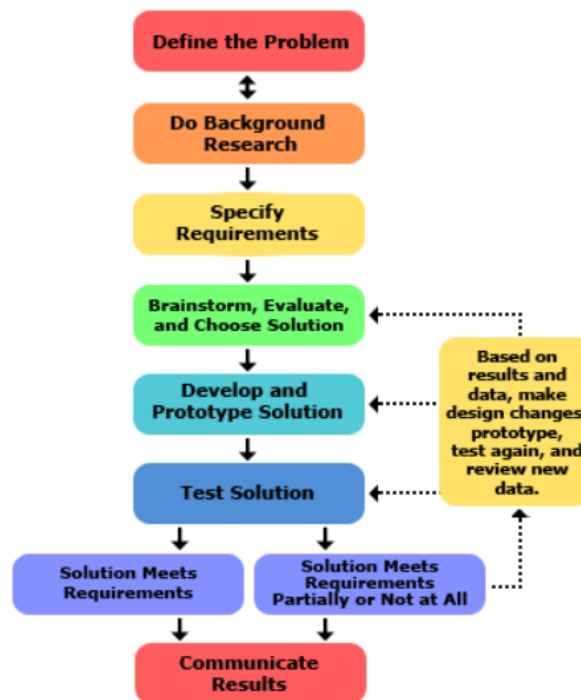


Figura nº 5 Etapas do método *Engineering Design Process*

Como tal, este método assume particular assertividade a esta investigação tendo em conta a necessidade da criação de um procedimento flexível, versátil e que seja de fácil

integração na doutrina atual da AC, sendo que tal obriga a uma constante revisão e melhoramento da ideia inicial.

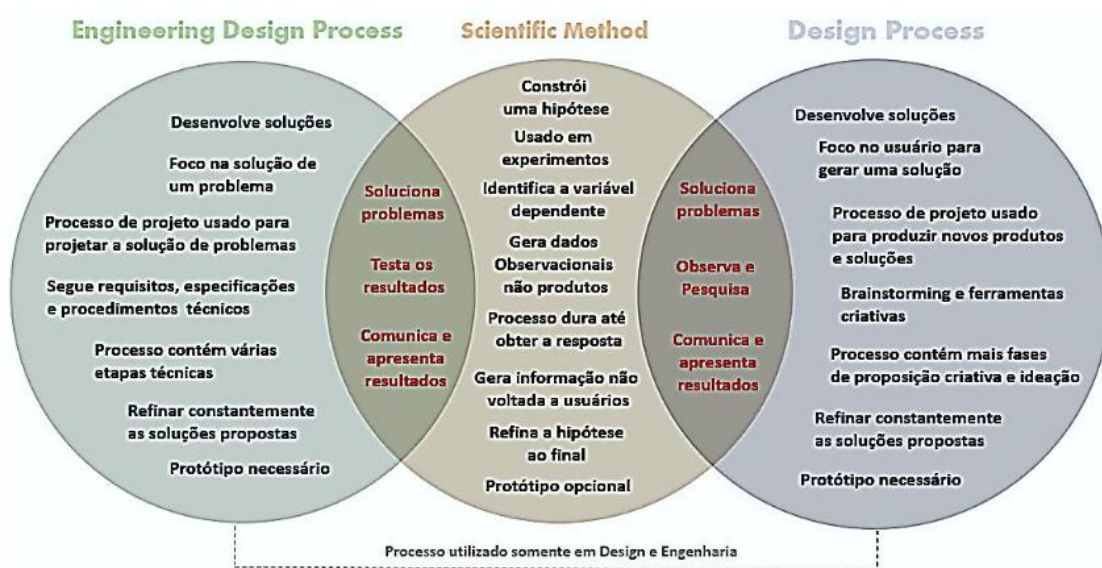


Figura nº 6 Comparação de metodologias de investigação

Fonte: Adaptado de (Emmanuel & Barcellos, 2020)

## 2.1. Identificação da Problemática

A revisão de literatura baseia-se na análise documental de publicações doutrinárias da NATO, da doutrina nacional e de doutrina americana devido à sua similitude com a doutrina portuguesa. Em adição, para o estudo dos UAS, para além da documentação doutrinária são também utilizados artigos científicos, em que é dada especial atenção à data de publicação, dando primazia a literatura com maior grau de indexação. Como resultado da análise, é possível identificar um gap doutrinário relativo à integração de UAS com a AC no Exército Português. Esta lacuna operacional, confirmada em diversos exercícios e validada por entrevistas, constitui a seguinte pergunta de partida (PP) “Quais os procedimentos, técnicos e táticos, que possibilitem a condução de missões de tiro de AC com recurso a UAS?”, sendo esta a problemática base desta investigação. Consequentemente, esta investigação procura determinar os procedimentos, técnicos e táticos, que possibilitem a condução de missões de tiro de AC com recurso a UAS, sendo este o seu OG. Para atingir o OG é necessário a elaboração de OE concorrentes para o OG de forma a facilitar a investigação.

De forma a facilitar o estudo da problemática complexa definida através da PP, é definido um conjunto de perguntas derivadas (PD) que permitam simplificar a problemática principal em perguntas menos complexas. A pergunta derivada 1 (PD1) procura saber: “Qual é o procedimento técnico válido para a condução de missões de tiro de AC com recurso a UAS?”; a (PD2) procura saber “Quais são as entidades responsáveis nos canais de planeamento e redes de comunicações da AC com vista à sua integração funcional com UAS?”; a (PD3) procura saber “Quais são os pontos de integração funcional das equipas UAS na estrutura da AC com base na organização existente?”

Seguidamente, são elaborados os seguintes OE: (OE1) Definir o procedimento técnico válido para a condução de missões de tiro de AC com recurso a UAS; (OE2) Identificar as entidades responsáveis nos canais de planeamento e redes de comunicações da AC com vista à sua integração funcional com UAS; (OE3) Determinar os pontos de integração funcional das equipas UAS na estrutura da AC com base na organização existente.

Como tal, uma correta delimitação da abordagem é fundamental para garantir que a pesquisa se mantém focada e relevante, evitando desvios que possam comprometer a validade dos resultados. A presente investigação encontra-se restringida espacialmente ao Exército Português e temporalmente à doutrina em vigor até à data de submissão do procedimento proposto.

O estado da arte encontra-se caracterizado na revisão de literatura em dois capítulos distintos: o primeiro focado na estrutura e organização da AC do Exército Português, objetivando a identificação de responsabilidades, a compreensão do funcionamento dos canais de planeamento, das redes de comunicação e dos mecanismos de integração com as forças de manobra. O segundo capítulo procura entender o funcionamento dos UAS até uma profundidade que permita formalizar soluções que permitam a sua integração com os sistemas de AC, tendo por base a doutrina atual. Este capítulo inicia-se com a distinção de UAV e UAS, progride com a identificação dos elementos que constituem um UAS, finalizando com uma análise aos atuais sistemas de classificação.

## **2.2. Desenvolvimento e testagem de soluções**

A análise desenvolvida nas fases anteriores, dá início à fase seguinte, permitindo a definição de requisitos técnicos e organizacionais que o procedimento funcional tem de cumprir. Estes requisitos incluem: a manutenção da estrutura hierárquica e das redes de comando existentes; a flexibilidade, versatilidade e a fácil integração dos UAS na doutrina

atual da AC; a possibilidade de modular o procedimento consoante o tipo de UAS disponível; e a não sobrecarga funcional dos operadores.

Uma vez consolidados os requisitos, a investigação avançou para a fase seguinte, de geração de ideias. Para esse efeito, além do estudo doutrinário, nacional e internacional, foram realizadas entrevistas semiestruturadas a operadores de UAS, Oficiais e por fim e a um Oficial Ucrainiano com experiência em combate. Os entrevistados são selecionados tendo por base os seguintes requisitos: os operadores de UAS têm de ter licença de voo válida e ter integrado forças nacionais destacadas, de forma a fortalecer a resistência operacional do procedimento; os oficiais têm de pertencer à Arma de Artilharia e ter comandado a CSV de forma a contribuírem e credibilizarem a integração de UAS com a AC

Assim, foram elaborados três guiões de entrevistas distintos, Guião A, B e C, adaptados a cada perfil de entrevistado. Durante a elaboração de cada guião, manteve-se junto de cada pergunta qual a problemática que se pretende ver abordada durante a resposta, de forma que o entrevistador possa preservar o foco da investigação e ajustar dinamicamente a conversa ao redor da problemática a esclarecer.

As entrevistas foram recolhidas maioritariamente em formato presencial com recurso a meios digitais, nomeadamente através do registo áudio mediante consentimento informado, tendo sido posteriormente transcritas para análise e analisadas.

A análise dos dados inicia-se com a organização dos mesmos por temas, seguindo uma lógica de análise de conteúdo. Para tal, as respostas foram agrupadas por categorias emergentes, procurando identificar padrões e divergências de forma a permitir retirar inferências sobre a viabilidade da solução proposta.

Terminada a fase de brainstorming, dá-se início à fase seguinte que culmina na execução da primeira versão do procedimento, mas que se inicia com a elaboração do modelo vetorial do procedimento. Após a sua elaboração, a versão primordial do procedimento assim como os requisitos levantados, contam com a validação de externa por parte do Cmdt de Btr de uma unidade operacional, após o deslocamento do autor ao RA4 a Leiria a fim de coordenar a participação no exercício strong impact (SI) 2025. Para além da validação, este contacto permitiu a recolha de feedback e a atualização do procedimento primordial para uma versão mais completa.

O procedimento resultante do processo iterativo desenvolvido é apresentado no capítulo 5, no subcapítulo 5.3, após a sistematização dos requisitos e validações recolhidas.

Uma vez elaborado e validado o procedimento, a investigação progrediu para a fase de testes.

De forma a aproximar as condições de teste o mais possível a um cenário real, os testes são efetuados em três exercícios de fogos reais (LFX), Strong impact 2025, Orion 2025 e Artex 25 a decorrer respetivamente no período data SI25, de 5 a 16 de maio e de 26 e 27 de maio, respetivamente.

Como tal, foram feitas as devidas coordenações com as entidades responsáveis pelo planeamento do exercício e entidades operadoras de UAS nomeadamente, Companhia de Sistemas e Vigilância (CSV) e empresa civil BeyondVision que demonstrou interesse e disponibilizou o UAS para a testagem do procedimento.

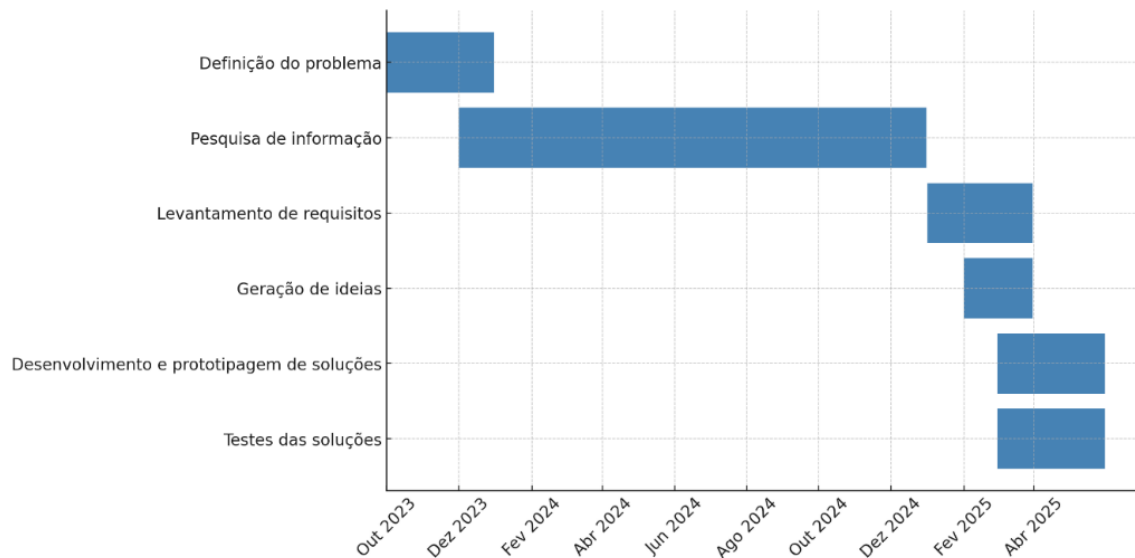
Durante o SI25, procedeu-se a uma validação externa inicial por parte das entidades técnicas ligadas ao tiro de AC presentes no exercício, nomeadamente: oficial de operações (S3) e oficial de informações (S2) do estado maior do grupo, Chefe de PCT (ChfPCT) do GAC, Comandante de Bateria (Cmdt Btr) e Chf-PCT da 1ªBtr do Regimento de Artilharia Nº4 (RA4) que se encontra na dependência da Brigada de Reação Rápida (BRR), Cmdt de Btr e Chf PCT da 1ªBtr GAC/155AP de Santa Margarida que se encontra na dependência da Brigada Mecanizada (BrigMec), Cmdt da CSV e OAvs de cada uma das baterias.

Contudo, durante o decorrer do exercício, não foi possível testar a validade do procedimento por questões meteorológicas adversas que impossibilitaram a descolagem do UAV e conseqüentemente, a validação experimental do procedimento. Este facto permitiu identificar uma limitação ao uso deste tipo de equipamentos.

Mais tarde, o autor teve oportunidade de efetuar observação de campo através da participação numa formação prática de operadores de UAS da Companhia de Sistemas de Vigilância (CSV) relativa a novos sistemas adquiridos pelo exército por intermédio do centro de experimentação do exército (CEMTEEx), que decorreu no Regimento de Artilharia Nº5 (RA5), permitindo ao autor obter a validação externa dos requisitos do procedimento de uma forma geral, não só por parte dos operadores, mas também por parte elementos responsáveis pela formação, explorando a iteratividade da abordagem metodológica escolhida. Embora não diretamente ligado à validação do procedimento desenvolvido, este momento constitui um complemento à compreensão técnica do contexto operacional e está referenciado metodologicamente como observação participante apêndice H.

Posteriormente, no exercício Artex 25 foi realizada uma missão de tiro utilizando o procedimento proposto com intuito de fazer a validação em contexto real, avaliando a sua viabilidade tática, o impacto organizacional e o grau de compatibilidade entre o procedimento proposto e a estrutura atual da AC.

A principal limitação prende-se com a reduzida dimensão da amostra e a consequente impossibilidade futura de generalização estatística dos resultados. No entanto, a investigação permite apresentar contributos doutrinários relevantes e um procedimento funcional, testado em contexto próximo do real e ajustado à experiência dos utilizadores finais. Assim, este procedimento edifica uma base de trabalho sólida, que pode ser otimizada e consolidada em investigações futuras.



**Figura n° 7 Cronograma de Investigação**

## CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

### 3.1. User Experience – Definição dos Requisitos

Categoria 1 – Percepção sobre o potencial dos UAS

Todos os entrevistados (E1 a E5) demonstraram uma percepção positiva e amplamente convergente sobre o potencial da utilização dos UAS em apoio às missões de AC. Esta percepção é sustentada por múltiplos fatores, nomeadamente a precisão na identificação e aquisição de objetivos, a segurança que proporcionam às forças destacadas e a economia de recursos associada à redução do número de tiros necessários.

O E1 destaca que “a utilização de UAS com a Artilharia só trará vantagens, quer ao nível da segurança do OAv, quer ao nível da sobrevivência das unidades de AC, quer ao nível da precisão, quer ao nível de economia de recursos associados ao aumento da precisão.” Esta ideia é partilhada pelo E3, que realça que “cada missão precisa de uma tipologia específica de aeronave”, apontando para a versatilidade do procedimento e a sua adaptabilidade a diferentes contextos operacionais.

O E2, embora com menor experiência em regulação de fogos, reforça a importância da utilização de imagens georreferenciadas obtidas pelos UAS para apoio à decisão e identificação de alvos, descrevendo como, no contexto de operações conjuntas com as Forças de Operações Especiais, os dados recolhidos foram encaminhados para o oficial de informações da força para análise e exploração tática.

O E4 refere que “a integração dos UAS com as forças de Artilharia de Campanha será essencial num futuro próximo”, sublinhando o valor que os UAS podem ter na ampliação da consciência situacional e na obtenção de superioridade de fogos de AC. Destaca ainda o seu potencial para “melhorar o tempo de decisão e a eficácia dos meios de apoio de fogos”, sugerindo que o investimento nestes sistemas deve ser acompanhado de doutrina e treino adequados.

O E5, cuja experiência decorre do conflito que atualmente se desenrola na Ucrânia, afirma que “a integração dos UAS com a Artilharia de Campanha permite aumentar a precisão dos fogos e a rapidez de resposta, o que é fundamental em combate”. Sublinha ainda que “o UAS funciona como os olhos das nossas peças”, conferindo-lhes vantagem tática e proteção face a fogos contrabateria.

Estas declarações refletem um consenso sobre o contributo estratégico dos UAS no ciclo de apoio de fogos. Para além das vantagens operacionais, os dados sugerem que os

entrevistados reconhecem o papel determinante destes sistemas na transformação doutrinária em curso, confirmando a pertinência do desenvolvimento de procedimentos técnicos e táticos (TTPs) específicos como proposto neste trabalho.

Apesar do consenso sobre o potencial dos UAS para a regulação de fogos de AC, os entrevistados identificaram um conjunto de dificuldades e limitações relevantes à sua utilização prática, tanto do ponto de vista técnico como organizacional.

#### Categoria 2 – Dificuldades e limitações

O E1 realça que o sistema Raven, utilizado atualmente, não permite a regulação da altura de rebentamento, o que limita o tipo de munições e efeitos que podem ser ajustados com base na observação através de UAS. Sublinha ainda que “a operação dos sensores requer conhecimento técnico específico”, o que exige operadores especializados alertando para a necessidade da existência de indivíduos especializados e focados na sua função.

Essa ideia é reforçada por E3, que sublinha que a acumulação de funções no mesmo indivíduo — por exemplo, operar o sensor e simultaneamente regular os fogos de AC — conduz a fadiga e falhas operacionais, especialmente em ambientes de elevada exigência. Argumenta que “é fundamental haver um esforço partilhado entre o operador de sensores e o OAv”, e que “misturar funções leva a sobrecarga e reduz a eficácia”.

O E2 aponta outra dificuldade prática: a ausência de treino e experimentação formal com esta tipologia de missão. Embora reconheça a utilidade dos dados recolhidos pelos UAS, sublinha a “falta treino específico que permita aplicar esses dados diretamente no processo de regulação de fogos”.

O E4 identifica como principal limitação, a ausência de doutrina e de um procedimento formalizado que defina responsabilidades, fluxos de comunicação e critérios técnicos de integração. Aponta ainda que “as características técnicas dos sistemas existentes ainda são limitadas”, nomeadamente ao nível da precisão da georreferenciação e da estabilidade dos links de comunicação em ambientes de interferência.

O E5 oferece uma visão complementar baseada na experiência em combate real: salienta que “os sistemas mais pequenos, com menos autonomia e alcance, obrigam à presença física próxima do operador, o que aumenta o risco”. Acrescenta ainda que, para missões mais complexas, “os sistemas maiores podem operar recuados, mas exigem canais seguros e eficazes para transmitir as imagens aos decisores táticos”, algo que nem sempre está assegurado.

Outro ponto comum a vários entrevistados é a falta de treino conjunto entre equipas de UAS e de AC. O E1, o E3 e o E5 convergem na ideia de que “é necessário experimentar

mais”, “estabelecer mecânicas de trabalho claras” e “padronizar funções e fluxos de comunicação para evitar sobrecarga e ambiguidades”.

Em suma, as principais limitações identificadas prendem-se com:

- Capacidades técnicas dos sistemas atuais (alcance, precisão, robustez);
- Necessidade de operadores altamente especializados e coordenação eficaz com OAvs;
- Ausência de doutrina formalizada e de treino conjunto;
- Risco de falhas operacionais em contexto real, devido à sobrecarga dos indivíduos resultante da acumulação de funções;
- Fragilidade dos canais de transmissão em ambientes de guerra eletrónica.

Estes constrangimentos reforçam a necessidade de desenvolvimento de TTPs específicas e de processos de treino estruturado que possibilitem a implementação segura e eficaz do procedimento proposto.

### Categoria 3 – Propostas de organização e integração

A operacionalização eficaz do procedimento de regulação de fogos de AC com recurso a UAS depende não apenas da tecnologia, mas da forma como as equipas são organizadas e integradas na estrutura da Artilharia. Todos os entrevistados apresentaram propostas e sugestões nesse sentido, apontando caminhos concretos para uma aplicação funcional.

A maioria dos entrevistados (E1, E2, E3 e E5) considera essencial a presença de um Observador Avançado (OAv) junto ao operador de sensores. Esta solução visa assegurar que a leitura e interpretação da imagem seja feita por alguém com conhecimento técnico em tiro de AC, libertando o operador de UAS da responsabilidade de conduzir missões de tiro de AC.

O E1 sugere que, sempre que possível, o OAv visualize em tempo real a imagem captada, podendo estar fisicamente junto ao operador de sensores ou, em alternativa, utilizando uma consola de visualização remota (RVT). Esta ideia é reforçada por E5, que menciona que, dependendo do tipo de sistema, pode ser mais vantajoso que o operador de UAS opere a partir de um posto tático recuado, desde que o OAv tenha acesso à transmissão em tempo real.

O E3 apresenta uma visão estruturada baseada na sua experiência prática: considera que deve existir uma separação clara de funções entre o operador de sensores (com formação técnica no sistema) e o OAv (com formação específica em tiro de AC), para garantir

qualidade e eficiência nas correções. Refere que “acumular funções pode reduzir drasticamente a performance de ambas”.

O E2 partilha uma experiência com forças de operações especiais, sugerindo que a transmissão de imagens georreferenciadas para um oficial de informações permitiu a identificação e classificação de objetivos, e que este modelo pode ser adaptado à Artilharia. Defende que “a especialização técnica de quem interpreta a imagem é crítica”.

Já o E4, com base na experiência com sistemas nacionais, propõe que se criem TTPs específicas que definam fluxos de comunicação e responsabilidades. Considera que “é essencial haver protocolos para garantir que os dados recolhidos pelo sensor chegam rapidamente ao decisor certo, seja ele um OAv, PCT ou comando de escalão superior”.

Outra proposta recorrente é a flexibilidade na escolha do tipo de sistema UAS em função da missão. E3 refere a necessidade de elaborar um procedimento que seja flexível que seja capaz de integrar as diferentes tipologias de UAS com a AC.

Por fim, todos os entrevistados reforçam a necessidade de experimentação prática em contexto de treino, como forma de validar e mecanizar os procedimentos. O E1 refere que esta é a única forma de assegurar fluidez na execução, enquanto o E5 insiste que “a experimentação deve começar em exercícios, para que em combate real não existam dúvidas nem erros”.

#### Categoria – 4 – Pontos de ligação com a doutrina atual

Um dos aspetos centrais desta investigação prende-se com a ausência de doutrina formal que integre os sistemas UAS na condução de missões de tiro de Artilharia de Campanha. Todos os entrevistados reconheceram essa lacuna e partilharam a sua perceção quanto ao estado atual da doutrina, bem como sugestões para a sua evolução.

O E1 foi claro ao afirmar que “não existe doutrina que defina tecnicamente ou taticamente como deve ser feita a integração de UAS com a AC”, tendo inclusive confirmado que qualquer tentativa anterior foi de carácter informal e sem documentação escrita. Esta visão foi partilhada por E3 e E4 que referiram que, embora tenham sido feitas experiências, “não existe nenhum procedimento formalizado ou escrito que sirva de base”.

O E2, embora não tenha participado diretamente em tentativas de regulação com UAS, referiu uma experiência relevante com Forças de Operações Especiais, onde fazia chegar imagens georreferenciadas ao oficial de informações, contribuindo para a identificação de alvos. Apesar de este caso não ter envolvido diretamente a AC, demonstra que existe já uma prática de integração informal, que poderia ser adaptada ao contexto da Artilharia.

O E4 foi enfático ao afirmar que “não existe doutrina nacional que integre as equipas UAS no processo de regulação de tiro de AC”, e que a proposta apresentada nesta investigação “vem colmatar uma lacuna existente”. Considera que a ausência de referências técnicas ou táticas específicas torna urgente a definição de TTPs adaptadas à realidade operacional atual.

No plano internacional, os entrevistados reconheceram que alguns países já desenvolvem estas capacidades, como é o caso da Ucrânia mas destacam que, devido à natureza sensível da informação militar, essa doutrina não é publicamente acessível, dificultando a sua consulta e comparação. O E5 confirmou este ponto, indicando que, embora o seu país utilize UAS na regulação de tiro, os detalhes específicos sobre métodos e fluxos operacionais não são divulgados abertamente.

De forma geral, os entrevistados consideram que a proposta apresentada nesta investigação representa um primeiro passo concreto para a criação de uma base doutrinária sólida. O E3 e o E5 realçaram ainda que a definição doutrinária das TTPs permitirá, não só melhorar a eficácia operacional como também garantir treino estruturado e uniformização de procedimentos entre unidades e operadores.

#### Categoria 5 – Riscos e Fatores Críticos de sucesso

A adoção de um novo procedimento técnico e tático para a integração de UAS na regulação de fogos de AC implica considerar não só os benefícios, mas também os riscos e os fatores que podem condicionar a sua eficácia. Os entrevistados destacaram um conjunto de elementos que importa considerar, tanto na fase de experimentação como na eventual implementação doutrinária.

Entre os riscos operacionais, destaca-se a possível sobrecarga dos operadores caso não sejam individualizadas as funções de operador de sensores e OAv. O E1, E3 e E5 foram unânimes em afirmar que os operadores de sensores e pilotos de UAS já enfrentam uma elevada carga de trabalho. Segundo o E3, “acumular funções como observação, comunicações e regulação do tiro num só elemento levará inevitavelmente a erros”. O E5 reforça esta ideia afirmando que “a evolução dos sistemas exige técnicos especializados em áreas distintas, não sendo viável pedir a um único militar que desempenhe todas as funções com a mesma eficácia”.

Outro fator crítico apontado é a fadiga dos operadores, especialmente em teatros de operações com longa duração e sob pressão constante. A necessidade de separar funções entre operador de sensores e OAv foi referida por vários entrevistados como essencial para garantir eficiência e evitar ruturas operacionais.

Do ponto de vista tático, foram apontadas lacunas na preparação e treino conjunto. O E2 e o E4 salientaram que “a ausência de treino específico entre equipas UAS e elementos de Artilharia compromete a fluidez do procedimento”. A mecanização das dinâmicas de trabalho e a padronização de práticas operacionais foram referidas como passos fundamentais para garantir a interoperabilidade entre sistemas e unidades.

A nível tecnológico, foi identificado como risco, a dependência de condições atmosféricas, como aconteceu no exercício SI25. O E1 e o E4 relataram que os UAS ficaram inoperacionais devido a condições de vento forte, impedindo a validação prática do procedimento. Este aspeto reforça a necessidade de ter redundância no sistema e planos de contingência que prevejam a falha dos UAS.

Como fatores críticos de sucesso, os entrevistados destacaram a definição clara de TTPs, o treino conjunto entre operadores UAS e OAv, e a flexibilidade do procedimento proposto que permite a sua adaptação a diferentes plataformas e contextos. O E4 refere que, “tendo um procedimento sólido e experimentado, podemos facilmente treinar os militares e replicar a solução operacional”. Já o E5 reforça que, com treino e definição clara de papéis, o procedimento “pode evoluir para um sistema integrado com forte valor operacional”.

Desta forma, são definidos os seguintes requisitos para o procedimento: (1) A guarnição da GCS é composta por dois elementos pelo piloto-comandante da aeronave e pelo operador de sensores; (2) O OAv, encontra-se na GCS, junto da equipa UAS, a fim de elaborar os pedidos de tiro; (3) O UAV tem capacidade de determinação de coordenadas com erro até 50 metros; (4) O OAv é quem estabelece comunicações com o PCT; (5) A utilização do método de cálculo de tiro manual;

### **3.2. Proposta de integração dos UAS nas cadeias de comando e controlo da AC**

Com base na análise das redes doutrinárias existentes na Artilharia de Campanha (AC), nos contributos extraídos das entrevistas e nos pressupostos definidos durante a formulação do procedimento e tendo como objetivo garantir a operacionalização eficaz dos sistemas UAS como vetores de observação e aquisição de objetivos, com o mínimo de alterações estruturais à organização da AC., propõe-se a forma de integração dos sistemas UAS nos canais e redes já existentes da AC.

A proposta assenta em dois vetores principais: (1) o reforço da ligação entre o OAv e a equipa de operação dos UAS, e (2) o reforço do papel do OAF como entidade de supervisão e coordenação, sempre que os sistemas a empregar o permitam.

### 3.2.1. Ponto de articulação entre UAS e AC

A ligação operacional entre os UAS e os sistemas de tiro da AC ocorre, preferencialmente, ao nível do OAv. Esta entidade, já presente no dispositivo orgânico da AC, é responsável pela observação dos objetivos, pelo pedido inicial de tiro e pela regulação dos fogos, assumindo-se como o elo de ligação natural com a equipa de operação dos UAS.

De acordo com o E4, "o OAv é o elemento mais próximo da realidade operacional do terreno e o que melhor compreende as necessidades do comandante da força. É ele quem deve receber a imagem em tempo real do UAV e indicar ao operador de sensores o que procurar ou que dados recolher." Esta constatação reforça a proposta de colocar o OAv fisicamente junto ao operador de sensores ou, quando a tipologia de sistema o permitir, dotá-lo de uma consola de visualização remota (RVT – *Remote Video Terminal*) que lhe permita receber as imagens em tempo real e comunicar diretamente com o operador de sensores.

A proposta prevê assim duas modalidades:

- Ligação física direta (OAv junto da equipa UAS): adequada para sistemas de curto alcance, como micro ou mini UAVs.
- Ligação remota com terminal de visualização e canal de comunicações dedicado: adequada para sistemas de maior alcance, operados a partir de posições recuadas.

É ainda necessário ter em atenção o papel do OAF:

O OAF, principalmente ao nível batalhão, assume um papel de supervisão e coordenação tática. Sempre que os sistemas UAS o permitam, deverá dispor de um terminal de visualização que lhe permita acompanhar em tempo real a evolução da missão e, dessa forma, apoiar o comandante do escalão na tomada de decisão. Esta prática já encontra respaldo em sistemas atualmente em utilização, como reforça o E4: "É essencial que o OAF tenha acesso à visualização em tempo real dos UAV, especialmente quando estes estão a operar em coordenação com o plano de fogos, pois isso permite decisões mais conscientes e atempadas."

Assim, o OAF não intervém diretamente na regulação técnica dos fogos, mas integra-se na supervisão e aprovação tática dos pedidos de tiro, mantendo a cadeia de comando estabelecida e reforçando o princípio de comando por missão.

### 3.2.2. Lógica de Funcionamento do Procedimento

A interação entre UAS e AC distribui-se ao longo de três momentos operacionais:

- Antes da missão de tiro, o OAv coordena com o operador de sensores a recolha da informação necessária sobre o objetivo, como as suas características, localização, tipo e contexto tático.
- Durante a missão, o OAv recolhe os dados transmitidos pelo UAS — coordenadas do impacto, imagens do splash e elabora os pedidos de correção, que transmite através das redes da Artilharia.
- Após a missão, a ligação mantém-se para efeitos de avaliação dos danos (BDA) que será comunicado à cadeia de comando e integrada nos relatórios de situação.

Esta estrutura permite uma atuação coordenada, em que os operadores de sensores se concentram na operação técnica do sistema e os OAv, detentores do conhecimento técnico em tiro de AC, assumem a responsabilidade pela aplicação dos fogos com base na informação recolhida.

### **3.2.3. Fluxo de Comunicação Proposto**

A integração dos UAS nas cadeias de comando e controlo da Artilharia de Campanha, requer uma articulação cuidadosa com as redes de comunicações já estabelecidas, garantindo a coerência doutrinária e a eficácia operativa. A proposta assenta na distribuição funcional das comunicações pelas redes existentes, cada uma com objetivos distintos:

- Redes de Direção Técnica de Tiro (T1, T2, T3): redes internas da bateria por onde circulam os pedidos de tiro. É nesta rede que o OAv transmite o pedido inicial de tiro, após ter recolhido junto da equipa UAS as informações necessárias (ex: coordenadas do objetivo ou desvios observados). O OAF de batalhão encontra-se em escuta nesta rede e tem autoridade para validar taticamente os pedidos, sendo o seu silêncio interpretado como aprovação tácita, à semelhança do que acontece na doutrina tradicional da AC.
- Rede de Comando e Direção de Tiro (CT1, CT2): rede de rádio responsável pela coordenação e supervisão tática da manobra e da aplicação dos fogos. Nesta rede, estão integrados o OAv, o PCT e os OAF de escalões superiores, permitindo a circulação de orientações táticas
- Rede de Informações: rede de âmbito mais alargado, não específica da Artilharia de Campanha, que assegura a transmissão da informação recolhida no terreno até ao sistema de apoio e à decisão da força. Esta rede é alimentada também pela AC através do PCT da bateria, que transmite os dados recolhidos ao OAF de batalhão. Este, por

sua vez, compila a informação e integra-a no fluxo de informações da força, contribuindo para a atualização da situação tática e para a avaliação do sucesso da operação.

Esta organização permite que cada tipo de informação — técnica, tática e informativa — circule na rede adequada ao seu propósito e destinatários, evitando redundâncias, sobreposição de comunicações e riscos de segurança. A presença de consolas de visualização remota junto do OAv e do OAF permite ainda reforçar a qualidade e oportunidade da informação disponível para a tomada de decisão, sempre que o sistema UAS o permita.

Este esquema de fluxo de comunicações reflete-se na Figura 8, onde estão representadas as diversas entidades com poder de decisão aos diversos escalões.

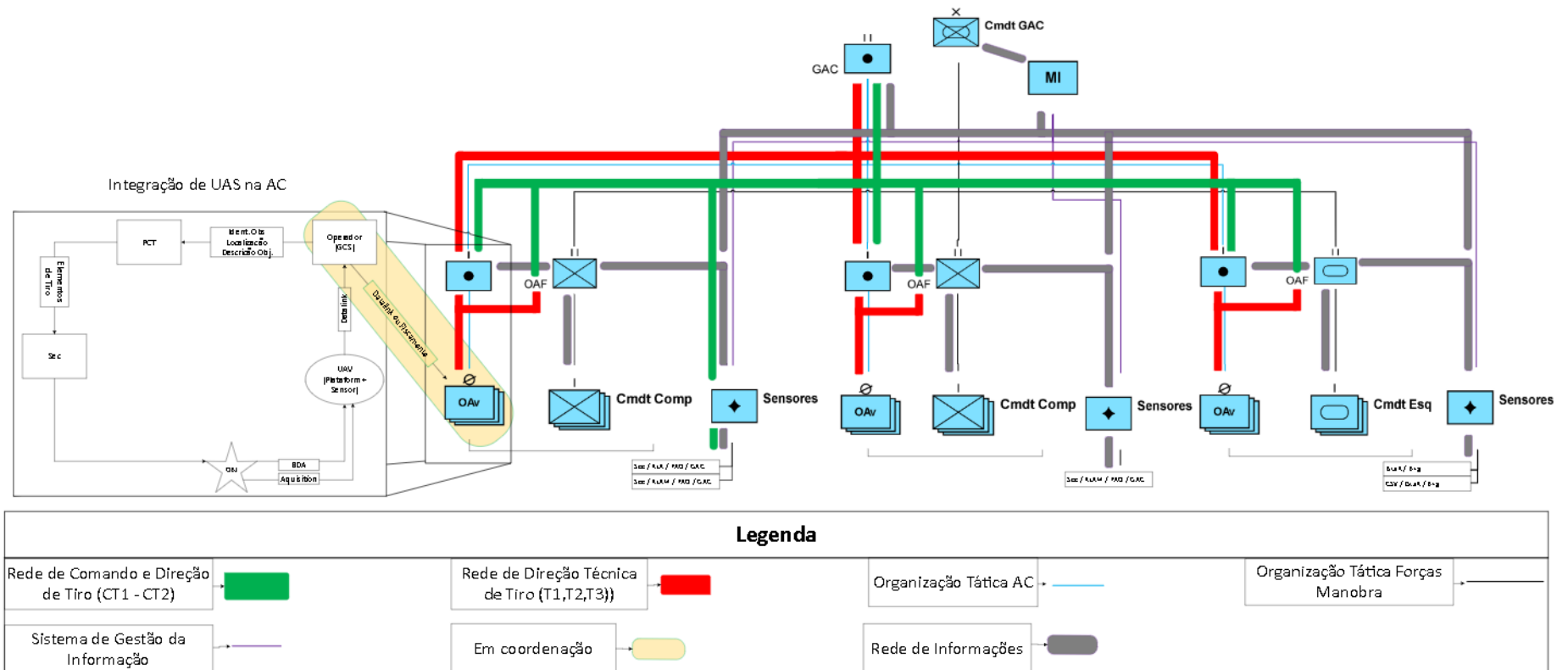


Figura nº 8 Modelo de Integração de UAS com a AC

### 3.3. Modelo vetorial

A definição do procedimento ao nível técnico para a regulação de fogos de Artilharia de Campanha (AC) com recurso a Sistemas Aéreos Não Tripulados (UAS) assenta numa lógica de correções sucessivas fundamentada em vetores direcionais. Esta abordagem permite uma representação matemática clara e adaptável à realidade dinâmica do teatro de operações, possibilitando uma regulação de tiro eficaz e precisa.

O procedimento permite que, após a execução do tiro, seja possível identificar o ponto de impacto efetivo ( $B_1$ ) através do sensor ótico do UAS, bem como determinar com exatidão, a localização do objetivo visado ( $A$ ). Com base nestas duas coordenadas, é possível construir um vetor direção entre o objetivo e o ponto de impacto, ao qual chamamos vetor  $\vec{u}$  definido como:

$$\vec{u} = \overrightarrow{AB_1} = (x_{B_1} - x_A, y_{B_1} - y_A) \quad (3.1)$$

Este vetor representa a direção e o módulo do erro verificado entre o ponto de impacto e o objetivo. A correção a aplicar ao próximo disparo, corresponde ao vetor inverso  $-\vec{u}$  ou seja, com a mesma direção mas sentido oposto:

$$-\vec{u} = (x_A - x_{B_1}, y_A - y_{B_1}) \quad (3.2)$$

Aplicando este vetor ao ponto objetivo ( $A$ ), determina-se um novo ponto corrigido ( $B'_1$ ), de acordo com a seguinte operação vetorial:

$$\begin{aligned} B'_1 &= A + (-\vec{u}) = (x_A, y_A) + (x_A - x_{B_1}, y_A - y_{B_1}) = \\ &= (x_A + (x_A - x_{B_1}), y_A + (y_A - y_{B_1})) = \\ &= (2x_A - x_{B_1}, 2y_A - y_{B_1}) \end{aligned} \quad (3.3)$$

Este novo ponto, materializa o ponto para o qual são calculados os elementos de tiro de forma que o ponto de impacto seguinte seja coincidente com o objetivo.

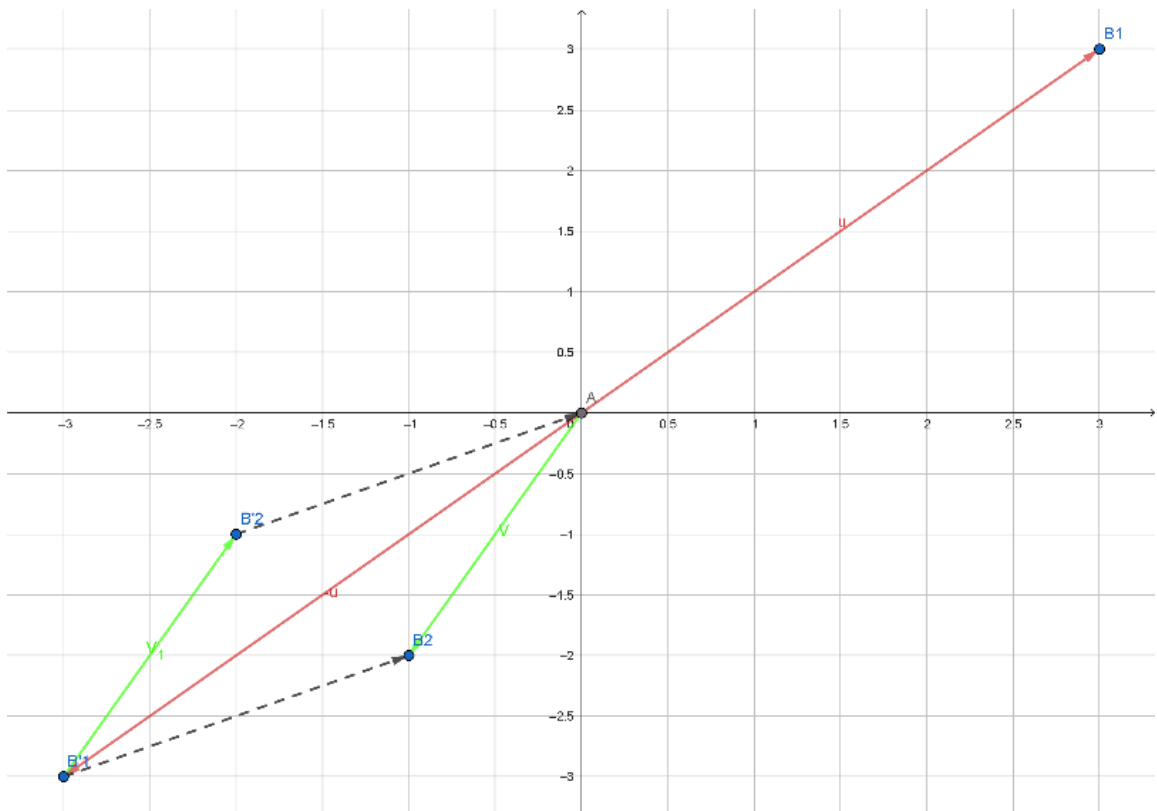
Caso o impacto seguinte ( $B_2$ ) ainda não coincida com o objetivo, o processo repete-se com base no novo vetor  $\vec{v} = \overrightarrow{AB_2}$ , cuja inversão e aplicação ao ponto corrigido anterior ( $B'_1$ ) gera um novo ponto corrigido ( $B'_2$ ):

$$\vec{v} = \overrightarrow{AB_2} = (x_{B_2} - x_A, y_{B_2} - y_A) \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned}
 B'_2 &= B'_1 + (-\vec{v}) = (x_{B'_2}, y_{B'_2}) + (x_A - x_{B_2}, y_A - y_{B_2}) = \\
 &= (x_{B'_2} + (x_A - x_{B_2}), y_{B'_2} + (y_A - y_{B_2}))
 \end{aligned}
 \tag{3.5}$$

Este processo é iterado até que o ponto de impacto coincida com o objetivo, chegando desta forma ao seu término.

A figura 9 ilustra este modelo vetorial aplicado à regulação de fogos de AC com recurso a UAS:



**Figura nº 9 Representação vetorial do procedimento de regulação de fogos com UAS**

O modelo apresentado revela-se especialmente útil em contextos onde é possível georreferenciar com precisão os pontos de impacto e o objetivo, fornecendo uma base matemática sólida para a aplicação de correções sucessivas de forma estruturada, procurando reduzir o número de disparos necessários para atingir o objetivo e contribuindo para uma maior eficácia da missão.

### 3.4. Formulação e Validação do Procedimento

O procedimento técnico delineado para a condução de missões de tiro de Artilharia de Campanha (AC) com recurso a Sistemas Aéreos Não Tripulados (UAS) estrutura-se em quatro fases funcionais sequenciais, articulando capacidades sensoriais, vetores de decisão e meios de execução técnico-balísticos. A sua lógica operacional baseia-se na coordenação entre o OAv, o operador de sensores da equipa UAS e o PCT, sendo sustentada pelas redes técnicas de tiro (T1, T2, T3)<sup>1</sup>.

A primeira fase corresponde à deteção, identificação e localização do objetivo. Este processo inicia-se com a observação do campo de batalha por parte do operador de sensores do sistema UAS, em coordenação direta com o OAv, que orienta a busca de informação e valida os elementos recolhidos. Após a geolocalização do objetivo — determinada através das ferramentas integradas no sistema UAS — o OAv confirma os dados e elabora o pedido inicial de tiro, o qual é precedido de uma coordenação direta com o comandante da companhia que está a apoiar. A autorização tática para o tiro é formalizada pelo comandante da subunidade, sendo posteriormente o pedido transmitido pelo OAv ao PCT através das redes técnicas de tiro. Durante esta fase, o OAF de escalão batalhão encontra-se à escuta na mesma rede. A ausência de veto explícito por parte do OAF equivale à aprovação tácita do pedido de fogo.

Segue-se a fase de execução da missão de tiro, momento em que é aplicada a sequência de disparos e regulações. Após o disparo inicial, o operador de sensores regista a localização do ponto de impacto (PI), recorrendo à funcionalidade de georreferenciação do sistema e transmite essa informação ao OAv. Este transmite os dados ao PCT, que procede ao cálculo da correção com base no procedimento técnico elaborado<sup>2</sup>. O vetor de correção é então aplicado, para ajustar os parâmetros de tiro, sendo emitida uma nova ordem de fogo. Este ciclo repete-se até que um dos pontos de impacto se situe a menos de 50 metros do objetivo designado, critério que define a condição de eficácia dos fogos.

Cumprida esta condição, inicia-se a fase de avaliação de danos (*Battle Damage Assessment* – BDA). O OAv, novamente em coordenação com o operador de sensores, solicita informação específica sobre os efeitos provocados nos alvos. A análise desta

---

<sup>1</sup> Note-se que na explicação do procedimento apenas são referidos elementos e processos que foram alvos de alterações tendo em conta a doutrina nacional atual. Considera-se então que os elementos e processos não referidos se mantêm inalterados.

<sup>2</sup> Consultar o procedimento constante no apêndice I, que constitui também uma ficha de instrução elaborada em coordenação com o CCTFC.

informação permite ao OAv redigir o relatório de danos, que é posteriormente enviado ao escalão superior. Caso os danos provocados sejam considerados insuficientes pelo OAv ou por outra entidade de comando, poderá ser pedida nova eficácia sobre o objetivo.

Este procedimento garante a preservação da estrutura hierárquica e dos circuitos comunicacionais existentes na AC, permitindo uma integração funcional e pragmática das equipas de UAS. A ligação direta entre o OAv e o operador de sensores, quer física quer digital - RVT, constitui o ponto de articulação operacional entre os sistemas de observação e os sistemas de tiro, conforme esquema representado na figura 10.

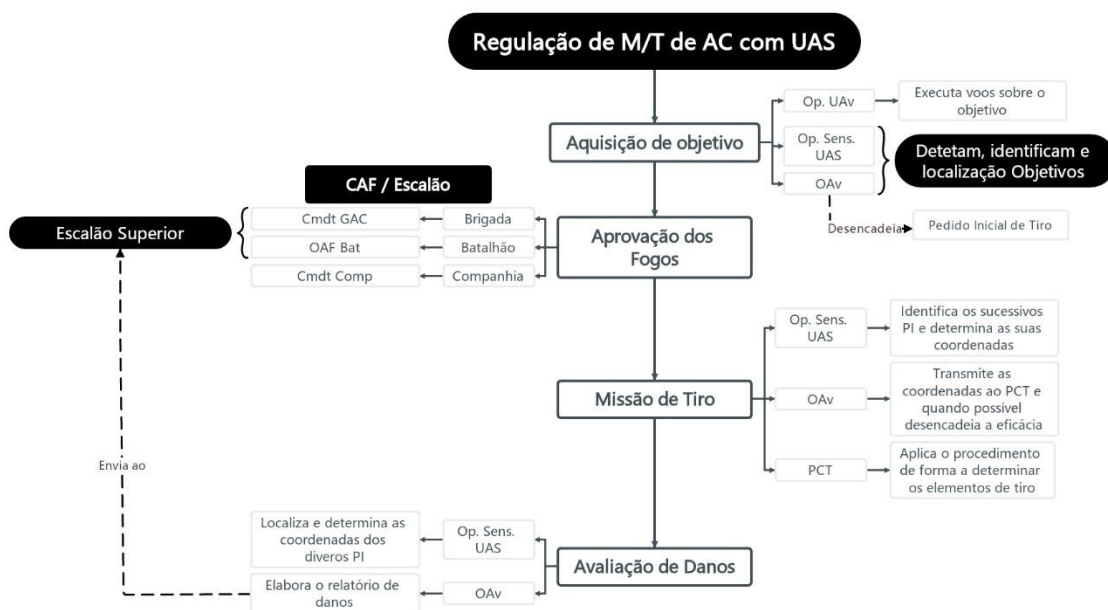


Figura nº 10 Evolução de uma missão de tiro de AC

O procedimento descrito foi aplicado em contexto real durante o exercício Artex25, tendo sido utilizado com sucesso em missões de tiro com recurso a sistemas UAS das empresas UAVision e Tekever. A diversidade tecnológica dos sistemas empregues, com diferentes arquiteturas e perfis operacionais, permitiu comprovar a versatilidade, flexibilidade e aplicabilidade transversal do procedimento proposto. Através da sua aplicação integral, foi possível confirmar a exequibilidade técnica e a coerência tática da solução delineada, validando-se a sua relevância como contributo doutrinário para a integração funcional de UAS nas missões de Artilharia de Campanha.

## **CAPÍTULO 4 - DISCUSSÃO: AUTOMATIZAÇÃO E A REALIDADE**

Os investigadores (Muhaidheen et al., 2022), propõem um método com cálculo de tiro automático. Este método apresenta diversas mais valias nomeadamente a rapidez do cálculo e a redução do número de erros pelo que poderá contribuir para uma futura otimização do procedimento manual proposto. Contudo, o procedimento manual é um procedimento adaptado à realidade atual, podendo possibilitar a integração da AC com os UAS de forma imediata.

A análise dos dados recolhidos permitiu aferir que o procedimento tático proposto para a integração dos UAS com a AC, encontra-se plenamente alinhado com a doutrina atualmente em vigor. A estrutura organizacional das redes e cadeias de comando e controlo, é preservada tanto ao nível das entidades, como das suas funções e da lógica de hierarquia, o que facilita a sua adoção imediata. Tal como identificado ao longo das entrevistas e observações diretas, a única alteração necessária consiste na integração funcional entre o OAv e o operador de sensores da equipa UAS, não exigindo alterações estruturais profundas à organização existente.

Esta característica de conservação estrutural, associada à possibilidade de integração com qualquer tipologia de sistema UAS, desde que se verifiquem os requisitos definidos no procedimento, confere-lhe uma elevada versatilidade e flexibilidade. Esta flexibilidade torna o procedimento adaptável a múltiplos cenários operacionais e a diferentes plataformas tecnológicas, o que se traduz num forte potencial de aplicação prática. A capacidade de ajustar a tipologia de UAS em função da missão — conforme referido por vários entrevistados — contribui ainda para a maximização do sucesso da missão, adequando os meios às exigências do terreno e da situação tática.

A compatibilidade entre os recursos humanos existentes — equipas de operação de UAS e elementos de observação de fogos de AC — foi igualmente confirmada. A essência do procedimento reside precisamente na operacionalização de recursos, através da integração de capacidades já existentes e complementares. O próprio desenvolvimento do procedimento, foi sustentado por feedback contínuo, recolhido junto de operadores no terreno, garantindo uma forte ancoragem na realidade operacional. Este processo iterativo

permitiu refinar o procedimento e garantir que o seu desenho respeitava a *user experience* (UX) dos principais intervenientes.

A observação direta da aplicação prática do procedimento, no exercício Artex25, revelou-se essencial para validar a proposta. Durante este momento, foi possível testar o procedimento com duas plataformas UAS e recolher feedback direto dos seus utilizadores, assegurando a sua aplicabilidade e funcionalidade em contexto real. A recolha de dados foi complementada por documentação assinada por elementos-chave da cadeia técnica e operacional de AC, reforçando a validade externa da proposta.

As limitações operacionais também foram identificadas, nomeadamente as relacionadas com fatores ambientais. A impossibilidade de operar UAS durante o exercício SI25 devido a condições meteorológicas adversas serviu como evidência da necessidade de existência de redundância nos sistemas — nomeadamente, ter sempre mais do que um UAV operacional e a necessidade da continuidade da existência do OAv — de forma a mitigar riscos e assegurar a continuidade das missões. Para além disso, confirmou-se a importância de garantir a ligação permanente entre o operador de sensores e o OAv, sendo também desejável, sempre que possível, a extensão do link de transmissão de imagem para o OAF de batalhão potenciando a capacidade de comando e controlo.

Quanto ao potencial de evolução, é reconhecido que o procedimento apresentado não constitui um modelo final e otimizado, mas sim uma proposta-base sólida, capaz de servir como ponto de partida para desenvolvimentos futuros. A sua estrutura aberta e compatível com a doutrina atual permite integrar facilmente novas capacidades, como sistemas digitais de comando e controlo, redes de comunicação ponto a ponto ou calculadoras de tiro automáticas. Como foi referido por diversos intervenientes, estas capacidades, já visíveis em teatros de operações como o da Ucrânia, são tendências previsíveis da evolução tecnológica e deverão, em fases futuras, ser incorporadas na prática nacional. A robustez do procedimento agora proposto reside, portanto, na sua capacidade de adaptação a esses avanços sem comprometer a coerência da estrutura tática e das funções operacionais envolvidas.

A consolidação dos resultados obtidos, quer ao nível técnico quer ao nível tático, permite afirmar que o procedimento proposto apresenta uma solução robusta, versátil e compatível com a realidade operacional da Artilharia de Campanha. A sua compatibilidade com a estrutura e doutrina já existente, aliada à sua adaptabilidade a diferentes tipologias de sistemas UAS e contextos operacionais, confere-lhe um potencial de aplicação imediato, sem prejuízo da possibilidade de futuras otimizações. A metodologia adotada, centrada na

observação direta e no envolvimento de operadores experientes, garantiu que o procedimento fosse construído sobre bases reais e validadas, reforçando a sua credibilidade e pertinência. Assim, esta proposta constitui não apenas um contributo útil para o presente, mas também uma base sólida para o desenvolvimento doutrinário e tecnológico da Artilharia de Campanha num futuro próximo.

## CONCLUSÕES

A presente investigação procurou dar resposta à problemática identificada relativamente à inexistência de um procedimento técnico-tático formalizado que permita a condução de missões de tiro de AC com o recurso a UAS, no contexto do Exército Português. Esta lacuna, evidenciada pela revisão da literatura e confirmada pela experiência operacional recolhida junto de operadores e oficiais da arma de Artilharia e na operação de UAS, orientou o desenvolvimento de um procedimento sistemático, validado experimentalmente e coerente com a doutrina vigente.

O trabalho desenvolvido centrou-se assim, na formulação e validação de um procedimento funcional, flexível e adaptável capaz de regular fogos de AC integrando diferentes tipologias de sistemas UAS. Foram definidos requisitos técnicos e organizacionais que sustentaram a sua construção e asseguraram a sua exequibilidade em contexto real. A adoção da metodologia EDP, de natureza iterativa, permitiu não apenas a constante reavaliação das soluções geradas, mas também a sua adaptação à experiência prática observada durante os exercícios de fogos reais, nomeadamente no Artex 25, onde foi possível comprovar a aplicabilidade do procedimento com sistemas da UAVision e da Tekever.

Os resultados obtidos demonstram que a proposta elaborada é compatível com as estruturas e canais já existentes na AC, potenciando uma integração eficaz dos UAS sem comprometer os fluxos técnico-táticos estabelecidos. A recolha de dados objetivos e subjetivos – durante a participação no exercício Artex 25 e da avaliação da experiência do utilizador – confirmou a viabilidade do procedimento proposto, quer do ponto de vista operacional, quer da sua aceitação por parte dos utilizadores finais, concretizando os objetivos de investigação. Esta investigação gerou, assim, novo conhecimento prático e doutrinário sobre a forma de integrar capacidades emergentes nos sistemas tradicionais de AC.

Ainda assim, importa reconhecer as limitações da investigação. A reduzida amostra e a impossibilidade de testar o procedimento com uma diversidade mais ampla de sistemas e em contextos operacionais distintos, condicionam a generalização estatística dos resultados. Acresce ainda, a limitação imposta por fatores externos, como as condições meteorológicas adversas, que impediram a sua aplicação completa no exercício Strong Impact 25 (SI), a reduzida quantidade de munições disponíveis para os testes e a pontual indisponibilidade de UAS para a testagem. Apesar destes constrangimentos, a investigação oferece um contributo

relevante para a doutrina nacional, propondo uma solução viável, testada e fundamentada em contexto real.

Este trabalho não pretende encerrar a discussão sobre a integração de UAS na AC, mas antes estabelecer uma base sólida para a sua futura otimização e desenvolvimento. A proposta apresentada poderá, assim, ser objeto de aperfeiçoamento contínuo, quer através de investigações complementares, quer por via da experimentação operacional progressiva, assegurando a consolidação de uma capacidade essencial no campo de batalha moderno.

## RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados alcançados e nas limitações identificadas ao longo desta investigação, recomenda-se o aprofundamento de diversos aspetos que poderão contribuir para a consolidação e evolução do procedimento ora proposto. Em primeiro lugar, sugere-se o desenvolvimento de software que possibilite o cálculo automático do tiro que permita automatizar o procedimento proposto nesta investigação – o cálculo manual, de modo a otimizar o procedimento e consequentemente a reduzir a carga cognitiva dos operadores, diminuindo o tempo entre o pedido de tiro e o ataque ao do objetivo. Em segundo lugar, propõe-se a análise da integração do procedimento com sistemas automáticos de comando e controlo, nomeadamente C4ISTAR, que permitam explorar soluções interoperáveis e digitalmente assistidas. Finalmente, recomenda-se a instrução de militares de AC com o procedimento técnico proposto e sessões de treino conjuntas entre as unidades de Artilharia e as Companhias de Sistemas de Vigilância, com o intuito de fomentar uma doutrina comum e operacionalizar de forma plena a integração funcional entre UAS e a Artilharia de Campanha. Por fim, recomenda-se ao contacto com a Força Aérea Portuguesa de forma a compreender quais as medidas de coordenação necessárias para que o apoio dos UAS a unidades terrestres aconteça em segurança e de forma interoperável com outros meios aéreos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allied Joint Doctrine For Air and Space Operations, AJP-3.3 (2016).
- Alwardt, C., Berndsen, S., Bollo, J., Cochran, D., Dieckert, U., Eckel, H.-A., Grest, H., Haider, A., Hellmann, M., Heren, H., Huijgen, H., Janssens, L., Jux, A., Kanellos, F., Kovar, D., Milke, R., Muller Christoph, Mackenzie, P., Morrow, A., ... Zimper, D. (2021). *A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems* (M. Willis, A. Haider, D. C. Teletin, & D. Wagner, Eds.). The Joint Air Power Competence Centre.
- Ariante, G., & Del Core, G. (2025). Unmanned Aircraft Systems (UASs): Current State, Emerging Technologies, and Future Trends. *Drones*, 9(1), 59. <https://doi.org/10.3390/drones9010059>
- Bartulović, V., Trzun, Z., & Hoić, M. (2023). Use of Unmanned Aerial Vehicles in Support of Artillery Operations. *Strategos : Znanstveni časopis Sveučilišta obrane i sigurnosti „Dr. Franjo Tuđman“ i Hrvatskog vojnog učilišta „Dr. Franjo Tuđman“*, 7(1), 71–92.
- Bronk, J., & Watling, J. (2024). Mass Precision Strike Designing UAV Complexes for Land Forces Occasional Paper. *Royal United Services Institute for Defence and Security Studies*. [www.rusi.org](http://www.rusi.org)
- Chua, M. Y., Sumantyo, J. T. S., Santosa, C. E., Panggabean, G. F., Sumantyo, F. D. S., Watanabe, T., Ji, Y. Q., Sitompul, P. P., Nasucha, M., Kurniawan, F., Purbantoro, B., Awaludin, A., Sasmita, K., Rahardjo, E. T., Wibisono, G., Jatmiko, R. H., Sudaryatno, S., Purwanto, T. H., Widartono, B. S., & Kamal, M. (2019). The maiden flight of Hinotori-C: The first C band full polarimetric circularly polarized synthetic aperture radar in the world. Em *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine* (Vol. 34, Número 2, pp. 24–35). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/MAES.2019.180120>
- Cioldonea, C.-A. (2022). The Integration of Unmanned Aircraft System (UAS) in Current Combat Operations. *Land Forces Academy Review*, 27(4), 333–347. <https://doi.org/10.2478/raft-2022-0042>

- Eckel, L., & Stütz, P. (2024). Hyperspectral Sensor Management for UAS: Performance Analysis of Context-Based System Architectures for Camouflage and UXO Anomaly Detection Workflows. *Drones*, 8(10), 529. <https://doi.org/10.3390/drones8100529>
- Emmanuel, E., & Barcellos, I. (2020). *Metodologia de Design para Geração de Inovação*. <https://www.researchgate.net/publication/344941530>
- Estado - Maior do Exército. (2004). *Manual de Tática de Artilharia de Campanha MC 20 - 100*.
- Estado - Maior do Exército. (2020). *Fundamentos do Tiro de Artilharia de Campanha*.
- Ganesh Kumar, S. S., & Gudipalli, A. (2024). A comprehensive review on payloads of unmanned aerial vehicle. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 27(4), 637–644. <https://doi.org/10.1016/J.EJRS.2024.08.001>
- Garbarino, L., Genito, N., Di Capua, G., & Rocchio, R. (2023). Innovative Low-Cost Design of a Ground Control Station for Unmanned Aerial Systems Experimentation. *AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/DASC58513.2023.10311145>
- Gholami, A. (2024). International Journal of Engineering and Geosciences Exploring drone classifications and applications: a review. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 9(3), 418–442. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1428724>
- Hashim, H. A. (2025). Advances in UAV avionics systems architecture, classification and integration: A comprehensive review and future perspectives. *Results in Engineering*, 25, 103786. <https://doi.org/10.1016/J.RINENG.2024.103786>
- Hassanalian, M., & Abdelkefi, A. (2017). Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace Sciences*, 91, 99–131. <https://doi.org/10.1016/J.PAEROSCI.2017.04.003>
- Hassanalian, M., Khaki, H., & Khosravi, M. (2015). A new method for design of fixed wing micro air vehicle. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*, 229(5), 837–850. <https://doi.org/10.1177/0954410014540621>
- Headquarters Department of the Army. (2015). *Field Artillery Cannon Battalion (ATP 3-09.23)*. [http://www.apd.army.mil/AdminPubs/new\\_subscribe.asp](http://www.apd.army.mil/AdminPubs/new_subscribe.asp)
- Headquarters Department of the Army. (2024). *Fire Support and Field Artillery Operations Contents (FM 3-09)*. <https://armypubs.army.mil/>

- Heo, J., Kim, S., & Kwon, Y. J. (2016). Design of Ground Control Station for Operation of Multiple Combat Entities. *Journal of Computer and Communications*, 04(05), 66–71. <https://doi.org/10.4236/jcc.2016.45010>
- Joint Air Power Competence Centre. (2010). *Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO*. [www.japcc.org](http://www.japcc.org)
- Joint Chiefs of Staff. (2014). *Close Air Support* (Patent JP 3-09.3).
- Kaffe, I., & Houstis, E. (2017). Engineering design process – an appropriate pedagogical approach for technical and vocational education. *Edulearn17 Proceedings, 1*, 8134–8142. <https://doi.org/10.21125/EDULEARN.2017.0501>
- Kang, W., Yu, S., Ko, S., & Paik, J. (2015). Multisensor super resolution using directionally-adaptive regularization for UAV images. *Sensors (Switzerland)*, 15(5), 12053–12079. <https://doi.org/10.3390/s150512053>
- Kay, & James T. (2011). *Group I Type Unmanned Aerial Systems (UAS) as a Force Multiplier to the Fire Support Team* [Master of Military Studies Research Paper]. College Marine Corps University.
- Khan, S. K., Farasat, M., Naseem, U., & Ali, F. (2020). Performance Evaluation of Next-Generation Wireless (5G) UAV Relay. *Wireless Personal Communications*, 113(2), 945–960. <https://doi.org/10.1007/s11277-020-07261-x>
- Kilic, F., Hassan, M., & Hardt, W. (2024). Prototype for Multi-UAV Monitoring–Control System Using WebRTC. *Drones*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/drones8100551>
- Klouda, J., & Marcoň, P. (2024). *The Human-machine interface for UAV ground control station*. 218–221. <https://doi.org/10.13164/eeict.2024.218>
- Kwon, Y. (James), Heo, J., Jeong, S., Yu, S., & Kim, S. (2016). Analysis of Design Directions for Ground Control Station (GCS). *Journal of Computer and Communications*, 04(15), 1–7. <https://doi.org/10.4236/jcc.2016.415001>
- Li, N., Ho, C. P., Xue, J., Lim, L. W., Chen, G., Fu, Y. H., & Lee, L. Y. T. (2022). A Progress Review on Solid-State LiDAR and Nanophotonics-Based LiDAR Sensors. *Em Laser and Photonics Reviews* (Vol. 16, Número 11). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/lpor.202100511>
- Łukaszewicz, A., Giernacki, W., Kulesza, Z., Pytka, J., Holovatyy, A., Castrillo, V. U., Manco, A., Pascarella, D., & Gigante, G. (2022). A Review of Counter-UAS Technologies for Cooperative Defensive Teams of Drones. *Drones*, 6(3), 65. <https://doi.org/10.3390/DRONES6030065>

- Lykou, G., Moustakas, D., & Gritzalis, D. (2020). Defending Airports from UAS: A Survey on Cyber-Attacks and Counter-Drone Sensing Technologies. *Sensors*, 20(12), 3537. <https://doi.org/10.3390/S20123537>
- Malinowski; Zdzislaw. (2016). The role of unmanned aerial vehicles in the formation of a secure military supply chain. *Security and Defence Quarterly*, 12(3):19-45, 19–44.
- Ministry of Defence Shrivenham. (2017). *Joint Doctrine Publication 0-30.2 Unmanned Aircraft Systems*. Development, Concepts and Doctrine Centre (DCDC).
- Mohsan, S. A. H., Othman, N. Q. H., Li, Y., Alsharif, M. H., & Khan, M. A. (2023). Unmanned aerial vehicles (UAVs): practical aspects, applications, open challenges, security issues, and future trends. Em *Intelligent Service Robotics* (Vol. 16, Número 1, pp. 109–137). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s11370-022-00452-4>
- Muhaidheen, M., Muralidharan, S., Alagammal, S., & Vanaja, N. (2022). Design and Development of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Directed Artillery Prototype for Defense Application. *International Journal of Electrical and Electronics Research*, 10(4), 1086–1091. <https://doi.org/10.37391/ijeer.100453>
- Orkushpayev, E. M. (2024). Fire control of artillery units with the help of UAVs of ‘Quadrocopter’ type. *The Proceeding «Bulletin MILF»*, 60(4), 8–16. <https://doi.org/10.56132/2791-3368.2024.4-60-01>
- Ouchi, K. (2013). Recent trend and advance of synthetic aperture radar with selected topics. Em *Remote Sensing* (Vol. 5, Número 2, pp. 716–807). <https://doi.org/10.3390/rs5020716>
- Rs, K. (2024). Development of Ground Control Station for Unmanned Aerial Vehicles. Em *International Journal on Aerospace and Defence Research 2024* (Vol. 1, Número 1).
- Simmering, M. J. (2016). Fire Support Handbook. Tactics, Techniques and Procedures for Close Air Support and Air Interdiction, Pub. L. No. Edition D, Version 1 (2019).
- The joint air power competence centre (japcc) flight plan for unmanned aircraft systems (uas) in nato*. (2008).
- Vivek, C., Kareti, V., Atmuri, P., & Venkateshwarlu, S. C. (2022). Design and Implementation of LIDAR System for Distance Measurements. *Interantional*

- journal of scientific research in engineering and management*, 06(10).  
<https://doi.org/10.55041/ijrsrem16626>
- Wargo, C. A., Church, G. C., Glaneueski, J., & Strout, M. (2014). Unmanned Aircraft Systems (UAS) research and future analysis. *IEEE Aerospace Conference Proceedings*, 2. <https://doi.org/10.1109/AERO.2014.6836448>
- Wright, J. S. (2015). *Field Artillery and the Combined Arms Team: A Case for the Continued Relevance of American Fire Support* [Master's Thesis]. US Army Command and General Staff College.
- Yonezawa, C., & Watanabe, M. (2020). Analysis of the applicability of multi-temporal full polarimetric airborne L-band SAR scattering to paddy rice field mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 41(7), 2500–2516. <https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1693074>
- Zhang, X., Kwon, K., Henriksson, J., Luo, J., & Wu, M. C. (2022). A large-scale microelectromechanical-systems-based silicon photonics LiDAR. *Nature*, 603(7900), 253–258. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04415-8>
- Zhou, L. (2024). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359–379. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2007.tb00945.x>

# APÊNDICE A - GUIÃO DE ENTREVISTA PARA ENTREVISTA SOBRE O PROCEDIMENTO TÉCNICO PROPOSTO

Tema: Técnica e Tática do uso de Sistema Aéreo não Tripulado na condução de missões de Tiro de Artilharia de Campanha

Objetivo da Entrevista: Obter a validação do Procedimento técnico-tático proposto.

Protocolo da Entrevista

- Apresentação institucional
- Apresentação do objeto de estudo
- Explicação dos objetivos de estudo
- Solicitar autorização para gravar e transcrever a entrevista
- Garantir o anonimato do entrevistado (Termo de Confidencialidade)

Ficha de caracterização do entrevistado

1. Posto atual: \_\_\_\_\_
2. Função atual: \_\_\_\_\_
3. Há quanto tempo está ligado aos UAS? \_\_\_\_\_
4. Número de missões de voo realizadas: \_\_\_\_\_
5. Número total de horas de voo: \_\_\_\_\_
6. Já participou em missões de voo com execução de tiro real? ( ) Sim ( ) Não
7. Já realizou regulação de tiro com UAS? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, qual era o procedimento utilizado? Qual era o fluxo de comunicação e decisão após a deteção do objetivo? Quem fazia o pedido de tiro e como era executado?

8. Já operou um UAS acompanhado por um OAv? ( ) Sim ( ) Não  
Se sim, qual o procedimento e quais as diferenças? \_\_\_\_\_

3. Guião de Entrevista – Operadores de UAS (com Intenção)

1. Pode contar-me um pouco sobre a sua experiência com UAS, tanto em contexto nacional como em forças nacionais destacadas?

Intenção: Conhecer o percurso do entrevistado, o tipo de missões realizadas e o seu grau de familiaridade com os UAS.

2. Em algum exercício ou treino participou numa tentativa de empregar UAS para apoiar missões de tiro de Artilharia? Se sim, pode descrever como foi feita a coordenação com os elementos da Artilharia?

Intenção: Perceber se já houve tentativas de integração UAS–Artilharia e como foi a articulação entre as equipas.

3. Durante essa experiência, como eram determinadas as correções ao tiro? Era o sistema que fornecia automaticamente os desvios ou foi necessário algum tipo de cálculo manual?

Intenção: Compreender o método usado para determinar correções e confirmar se houve dependência de sistemas automáticos

4. Se estivesse a operar um sistema que apenas fornecesse as coordenadas do impacto, sem indicar automaticamente os desvios, considera que conseguiria aplicar correções com base nessas coordenadas? Que dificuldades anteciparia nesse processo?

Intenção: Testar a viabilidade prática do procedimento proposto, que depende da análise manual das coordenadas.

5. Como vê a possibilidade de trabalhar diretamente com um Observador Avançado posicionado junto ao operador de UAS, de forma que o OAv possa observar a imagem em tempo real e fazer a regulação dos fogos? Considera que esse modelo é viável e funcional?

Intenção: Avaliar a perceção do entrevistado sobre o modelo colaborativo proposto no procedimento técnico.

6. Considera que a complexidade de certos sensores (como SAR ou multiespectrais) pode exigir operadores com formação técnica mais avançada? Acredita que a presença de um Observador Avançado ao lado do operador de sensor ajuda a garantir uma melhor interpretação da informação para efeitos de regulação de fogos?

Intenção: Refletir sobre o impacto dos sensores avançados na estrutura das equipas e na divisão de funções técnicas e táticas.

7. Tem alguma sugestão ou recomendação que considere importante para melhorar a integração dos UAS no processo de regulação de fogos de Artilharia? Há alguma dificuldade, risco ou oportunidade que gostaria de destacar com base na sua experiência?

Intenção: Dar espaço ao entrevistado para partilhar ideias, sugestões ou observações que não foram abordadas diretamente nas perguntas anteriores.

8. Após a leitura do procedimento proposto, considera que seria viável a sua aplicação em contexto real? Que pontos destacaria como mais fortes e mais frágeis?

Intenção: Obter feedback direto sobre a exequibilidade do procedimento, a partir da experiência prática do entrevistado.

#### 4. Comentários finais

Pretende acrescentar alguma informação ao que foi dito anteriormente?

Obrigado pela sua disponibilidade para participar na entrevista!

## **APÊNDICE B - GUIÃO DE ENTREVISTA PARA ENTREVISTA SOBRE O SISTEMA DE INTEGRAÇÃO TÁTICA PROPOSTA**

Tema: Técnica e Tática do uso de Sistema Aéreo não Tripulado na condução de missões de Tiro de Artilharia de Campanha

Objetivo da Entrevista: Obter a validação do Procedimento técnico-tático proposto.

Protocolo da Entrevista

Apresentação institucional

Apresentação do objeto de estudo

Explicação dos objetivos de estudo

Solicitar autorização para gravar e transcrever a entrevista

Garantir o anonimato do entrevistado (Termo de Confidencialidade)

2. Ficha de caracterização do entrevistado

Nome:

Posto/Cargo:

Função que desempenha

Anos de Experiência

3. Guião de Entrevista – Comando/Oficiais

1. Qual considera que poderá ser o papel dos UAS no apoio às missões de Artilharia?

Intenção: Explorar a percepção estratégica da utilidade dos UAS, mesmo na ausência de doutrina formal.

2. Na sua opinião, quais seriam as principais vantagens operacionais em integrar UAS no processo de regulação de fogos?

Intenção: Identificar os benefícios concretos esperados pelo comando, como precisão, apoio à decisão e segurança.

3. Considera que seria possível integrar os UAS no funcionamento atual do sistema de apoio de fogos, mantendo o papel tradicional do Observador Avançado e respeitando as cadeias de comando e coordenação existentes?

Intenção: Avaliar se a estrutura atual é flexível o suficiente para acomodar a integração de UAS sem romper com a doutrina.

4. Na sua opinião, faria sentido posicionar o Observador Avançado junto do operador de UAS, permitindo-lhe visualizar a imagem em tempo real e manter o pedido de tiro por rádio, como previsto na doutrina? Considera esta solução viável e útil, mesmo que não seja a única possível?

Intenção: Recolher perceções sobre a solução proposta no procedimento técnico, mantendo o foco na viabilidade e utilidade.

5. Que benefícios veria na disponibilização de uma consola de visualização da imagem UAS no posto de comando (por exemplo, para o OAF ou CAF)?

Intenção: Explorar como a visualização da imagem em tempo real poderia apoiar a decisão tática e a coordenação de fogos.

6. Que entidades, na estrutura atual, considera que poderiam servir de elo de ligação entre o sistema UAS e o processo de condução de tiro?

Intenção: Identificar os pontos naturais de contacto entre a componente técnica (UAS) e a estrutura tática atual.

7. Na sua perspetiva, que obstáculos ou dificuldades poderiam surgir na adoção de um procedimento como este? Refiro-me a questões de organização, articulação entre entidades ou adaptação da estrutura de apoio de fogos.

Intenção: Perceber resistências práticas ou estruturais à adoção de um novo procedimento, sem focar em crítica institucional.

8. Considera que esta investigação, e as entrevistas que dela fazem parte, pode contribuir de forma útil para a adaptação da doutrina e o desenvolvimento de novas capacidades no apoio de fogos?

Intenção: Avaliar a utilidade percebida da investigação no contexto doutrinário e operacional da Artilharia.

#### 4. Comentários finais

Pretende acrescentar alguma informação ao que foi dito anteriormente?

Obrigado pela sua disponibilidade para participar na entrevista!

## APÊNDICE C - GUIÃO DE ENTREVISTA SOBRE PROCEDIMENTO OFICIAL UCRANIANO

PT NOTA DE APRESENTAÇÃO:

Esta entrevista integra uma investigação de Mestrado em Ciências Militares – Artilharia, orientada para o estudo da integração de sistemas UAS nos sistemas de Artilharia de Campanha. A sua participação é totalmente voluntária e todas as respostas serão tratadas com confidencialidade e usadas exclusivamente para fins académicos. Seria uma honra enorme poder contar com a sua experiência e o seu conhecimento para enriquecer esta investigação.

[sequeira.dlp@academiamilitar.pt](mailto:sequeira.dlp@academiamilitar.pt)

[davidlsequeira@gmail.com](mailto:davidlsequeira@gmail.com)

Muito obrigado pela sua atenção e disponibilidade!

Protocolo da Entrevista

Apresentação institucional

Apresentação do objeto de estudo

Explicação dos objetivos de estudo

Solicitar autorização para gravar e transcrever a entrevista

Garantir o anonimato do entrevistado (Termo de Confidencialidade)

2. Ficha de caracterização do entrevistado

1. Posto atual: \_\_\_\_\_

2. Função atual: \_\_\_\_\_

3. Quais foram as funções que já desempenhou durante a sua vida como oficial?

4. Considera pertinente/importante o tema deste trabalho de investigação?

(definição de TTPs para a regulação de tiro de Artilharia com UAS?)

Corpo da entrevista

5 Os UAS têm sido utilizados para apoiar missões de Artilharia? Se sim, de que forma?

Objetivo: Compreender se os UAS têm sido utilizados em apoio ao fogo de Artilharia e de que forma, com base na experiência prática.

6. Que tipos de Unidades de UAS têm? Como é que essas unidades apoiam a Artilharia?

Objetivo: Perceber que tipos de unidades de UAS têm e de que forma é que estas apoiam a Artilharia

7. Existe ligação direta entre os operadores de UAS e os observadores ou comandantes da Artilharia?

Objetivo: Identificar se existe um canal de comunicação direto entre os operadores de UAS e os decisores do apoio de fogos.

8. A imagem obtida pelos UAS é partilhada com a Artilharia? Quem toma decisões com base nessa imagem?

Objetivo: Verificar se a informação recolhida pelos UAS é operacionalmente aproveitada pela Artilharia e por quem.

9. Quais são as principais vantagens e dificuldades que identifica na utilização de UAS em apoio à Artilharia?

Objetivo: Recolher perceções sobre os benefícios e limitações práticas do uso de UAS neste contexto.

10. Tendo em conta a forma de emprego dos UAS em conjunto com a Artilharia de Campanha, de que forma será feita a integração dos UAS com o sistema com que está atualmente em formação?

Objetivo: Compreender como será operacionalizada a integração entre UAS e sistemas de Artilharia de Campanha com menores capacidades automatizadas, num cenário real de aplicação futura.

#### 4. Comentários finais

Pretende acrescentar alguma informação ao que foi dito anteriormente?

Obrigado pela sua disponibilidade para participar na entrevista!

## **APÊNDICE D - DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO**

Consentimento para participação em entrevista/Dissertação de Mestrado da Academia Militar

Informações genéricas ao participante: Este trabalho está a ser realizado no âmbito da dissertação final do Mestrado Integrado em Ciências Militares na especialidade de Artilharia, cujo tema é – “Técnica e Tática do uso de Sistema Aéreo não Tripulado na condução de missões de Tiro de Artilharia de Campanha”. Esta investigação tem como autor o Aspirante de Artilharia David Luís Pires Sequeira, tendo como orientador o Tenente-Coronel de Artilharia Nuno Miguel Cirne Serrano Mira e o Capitão de Artilharia Artur Jorge Abreu Varanda.

Concordo em participar no projeto de investigação do Aspirante David Sequeira da Academia Militar. O objetivo deste documento é especificar os termos da minha participação no projeto.

1. A minha participação como entrevistado neste projeto é voluntária.
2. Recebi informações suficientes sobre este projeto de investigação. O objetivo da minha participação como entrevistado neste projeto foi-me explicado e é claro.
3. A entrevista durará aproximadamente 20-40 minutos. Eu permito que o investigador faça anotações escritas durante a entrevista. Autorizo também a gravação áudio da entrevista. É claro para mim que, caso eu não queira que a entrevista seja gravada, tenho todo o direito de desistir de participar a qualquer momento.
4. Tenho o direito de não responder a nenhuma das perguntas. Se eu me sentir desconfortável de alguma forma durante a sessão de entrevista, tenho o direito de desistir da entrevista.
5. Entendo que o investigador não me identificará nominalmente em nenhum relatório utilizando informações obtidas nesta entrevista. No entanto, permito o uso confidencial da minha ocupação atual ou foco de pesquisa. Entendo que minha confidencialidade como participante deste estudo permanecerá segura.
6. Li e compreendi os pontos e declarações deste formulário. Todas as minhas perguntas foram respondidas de forma satisfatória e concordo voluntariamente em participar neste estudo.

7. Recebi uma cópia deste termo de consentimento assinado pelo entrevistador.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Assinatura do Participante,

\_\_\_\_\_

Assinatura do Investigador,

\_\_\_\_\_

Em caso de qualquer dúvida contactar: [davidlsequeira@gmail.com](mailto:davidlsequeira@gmail.com) / 9618152277

**APÊNDICE E – RESUMO RESPOSTA ENTREVISTAS OPERADORES  
UAS**

Questões	E1	E2	E3
Q1 – Experiência com os UAS	<p>A sua experiência com os UAS iniciou-se há 6 anos com o curso de operador de UAS Raven. Empela MINUSCA não coordenação com a Força Aérea é operador do UAS Ogassa, focando a operação do sistema na monitorização de incêndios. Tem experiência em teatros de operações tendendo integrado uma força nacional destacada na RCA. Durante a sua carreira já teve de operar UAS em terrenos com orografia desafiante.</p>	<p>Integrou uma força nacional destacada na RCA, contudo porem restrições impostas pela MINUSCA não foi possível operar o UAS. Participou em vários exercícios em território nacional e destacou a sua participação no exercício de cross-training com as forças de operações especiais.</p>	<p>Iniciou a sua experiência com UAS em 2019, após frequentar o curso associado à aquisição do sistema Raven BBDL pelo Exército. Começou por integrar os UAS em exercícios nacionais, procurando formas de os adaptar às diferentes tipologias de missão. Posteriormente participou em duas missões na República Centro-Africana (RCA), operando os UAS em diversos cenários (permissivos e não permissivos, diurnos e noturnos, com e sem apoio de fogos). Além do Raven BBDL, operou também sistemas quadcopter (Mavic), reforçando a ideia de que a escolha da aeronave deve estar</p>

			<p>alinhada com a missão. Atualmente, encontra-se em fase de aprontamento para uma nova missão internacional, acumulando uma experiência operacional vasta e diversificada.</p>
<p>Q2 – Regulação de tiro de AC com UAS</p>	<p>Indicou que a integração entre meios de AC e UAS nunca foi feita de forma oficial. Confirmou não existirem TTPs que permitam esta integração, tendo referido que não existe doutrina neste sentido. Mencionou uma tentativa informal onde o UAS Raven foi usado paralelamente à regulação por OAV, tendo-se verificado que as correções do sistema pareciam mais precisas. Referiu ainda que as imagens georreferenciadas permitiam ao software determinar</p>	<p>Indicou que nunca participou numa tentativa formal. Referiu que durante o exercício com as FOE acompanhava os deslocamentos da força, identificando objetivos e obtendo imagens georreferenciadas, que partilhava com a força. Acrescentou que quem recebia as imagens possuía informação específica do inimigo, o que justifica a necessidade de contacto entre o operador de sensores e um especialista na matéria.</p>	<p>Participou numa primeira tentativa formal de integração entre UAS e AC. Os operadores do UAS estavam colocados junto ao PCT, sendo estabelecido um circuito paralelo de observação. As correções dos OAVs e dos operadores de UAS foram recebidas e comparadas. Inicialmente, o objetivo era batido com base nas correções dos OAVs, mas rapidamente se percebeu que estes não tinham visibilidade clara do impacto devido à orografia do terreno, o que comprometia a</p>

	<p>diretamente os desvios.</p>		<p>precisão das suas correções. Em contraste, o operador de UAS conseguia observar claramente o impacto e fornecer correções mais eficazes, passando o PCT a seguir essas indicações. Foi destacada a superioridade das correções fornecidas pelo UAS em termos de precisão e responsividade, conduzindo à eficácia do tiro logo na fase seguinte da missão.</p>
<p>Q3 – Método para o cálculo dos desvios</p>	<p>Apontou como limitação do UAS Raven a dificuldade de regular o tiro em altura de rebentamento. Ainda assim, considerou que a integração dos UAS com a AC trará várias vantagens, incluindo segurança do OAV, maior precisão e economia de recursos. Explicou o</p>	<p>Não aplicável, uma vez que indicou nunca ter realizado regulação de fogos.</p>	<p>Destacou como principal vantagem a superioridade da observação aérea proporcionada pelos UAS, permitindo identificar impactos fora do campo de visão dos OAVs e aumentar a precisão das correções. Explicou que o sistema utilizado dispõe de georreferenciação integrada, combinando</p>

	<p>funcionamento do sistema de georreferenciação do UAS Raven através de matrizes de altitude (DTAD) e do centro de campo de visão da gimbal.</p>		<p>imagens de satélite com dados de relevo (DTED) que criam uma representação tridimensional do terreno. Ao adquirir o objetivo e observar o impacto, o operador pode marcar visualmente o ponto de impacto e o objetivo no software, sendo os desvios automaticamente calculados e expressos em relação ao norte cartográfico. O sistema pode também fornecer diretamente as coordenadas do ponto de impacto. A informação enviada ao PCT traduz-se em correções precisas do tipo "alongar", "encurtar", "esquerda" ou "direita". Como limitação, referiu apenas a falta de experiência na regulação de altura de rebentamento com UAS.</p>
--	---	--	--

<p>Q4 – Possibilidade de determinar os desvios de forma analítica</p>	<p>Referiu que considera o procedimento muito viável.</p>	<p>Referiu que é viável, dado que a coordenada determinada pelo sistema UAS é muito mais precisa e rápida do que as correções indicadas pelo OAV.</p>	<p>Considera a utilização de UAS viável, desde que o sistema em questão possua capacidade de determinar coordenadas com uma precisão aceitável — idealmente até 30 metros — no momento da captura da imagem. Sublinhou que, em cenários onde a visibilidade do OAV está limitada, a observação aérea dos UAS e a sua capacidade de georreferenciação representam uma vantagem clara, permitindo uma correção mais rápida e precisa dos fogos.</p>
<p>Q5 – Como vê a possibilidade de operar junto de um OAV</p>	<p>Considera que esta é provavelmente a única forma funcional de implementar o procedimento, devido à elevada carga de trabalho dos operadores de sensores. Acrescentou que, caso o sistema</p>	<p>Considera a proposta muito viável e funcional, permitindo ao OAV indicar diretamente aos operadores de sensores as informações a recolher, tornando a pesquisa mais direcionada</p>	<p>A viabilidade dessa configuração depende da tipologia de UAS empregue. No caso de sistemas complexos e com elevado alcance, como o Puma Long Endurance, o operador pode estar a dezenas de quilómetros do OAV e,</p>

	<p>tenha capacidade de transmissão de dados para uma consola, o OAV poderá não ter de estar fisicamente presente, desde que mantenha acesso em tempo real às imagens.</p>	<p>necessidades da missão.</p>	<p>daínda assim, apoiar eficazmente a missão de regulação de fogos, tornando desnecessária a sua presença física junto ao observador. Por outro lado, no caso de sistemas mais pequenos como quadcopters ou micro UAS com alcance e autonomia mais reduzidos, pode fazer sentido o operador de sensores estar fisicamente junto ao OAV. Independentemente da configuração, realçou a possibilidade de os OAVs acederem à imagem em tempo real através de consolas portáteis (RVT), o que permite acompanhar a missão e receber as correções efetuadas, promovendo a coordenação entre ambas as equipas.</p>
<p>Q6 – Individualização de operador de sensores e OAV</p>	<p>Referiu que a operação dos sensores requer conhecimento</p>	<p>Referiu que sim, complementando que acumular a função de</p>	<p>A coexistência das duas funções no mesmo indivíduo apresenta</p>

	<p>técnico elevado, e que acumular essa função com a regulação de fogos seria inviável, reforçando o risco de sobrecarga etornando a operação incompatibilidade de tarefas.</p>	<p>regulação de fogos com as tarefas já desempenhadas pelos operadores levaria a uma sobrecarga, tornando a operação inviável em muitos contextos.</p>	<p>vantagens e desvantagens. Por um lado, a presença de um OAV junto ao operador de sensores pode ser benéfica, permitindo que o primeiro interprete e trabalhe a informação recolhida tecnicamente pelo segundo, especialmente quando o operador é especializado num sensor (ex.: radar) mas não tem formação em observação de tiro. Por outro lado, concentrar ambas as funções num único militar implica que este tenha formação técnica tanto em operação de sensores como em regulação de tiro, o que pode comprometer a especialização em qualquer das áreas. Assim, considera que a partilha das funções entre dois operadores distintos é preferível, pois permite uma maior</p>
--	---	--	--

			proficiência técnica e tática em cada função.
Q7 – Feedback sobre o procedimento desenhado	Reforçou que após a aprovação do procedimento, é fundamental definir mecânicas de trabalho entre as equipas UAS e os OAV, podendo estas ser adquiridas via on-job training. Destacou ainda a importância da adequação da aeronave à missão.	Referiu que é essencial testar o procedimento de forma a mecanizar dinâmicas e garantir fluidez, reforçando que o treino em contexto de exercício é vital para evitar erros em ambiente real.	Salienta a importância de realizar mais momentos de treino e experimentação dedicados exclusivamente à utilização de UAS para regulação de fogos, de modo a garantir fluidez, eficácia e redução de erros em ambiente real. Destaca ainda que a especialização dos operadores em áreas técnicas específicas (como sensores ou radares) deve ser preservada, defendendo a separação de funções com o apoio de OAVs especializados em tiro de AC. Considera essencial o desenvolvimento de TTPs claras e formalizadas para orientar esta integração.
Q8 – Feedback quanto à viabilidade do procedimento em contexto real	Referiu que o procedimento é viável	Referiu que o procedimento é viável,	Considera o procedimento proposto

	<p>e que a criação de TTPs é essencial para a integração com a AC. Considera o procedimento versátil e uma possível base para integrar outros sistemas no futuro.</p>	<p>devido ser testado inicialmente em contexto de exercício. Realçou a importância da elaboração e treino com TTPs para garantir eficácia e evitar erros em contexto operacional.</p>	<p>bastante viável, constituindo uma base sólida para aplicação prática. Destaca como aspetos críticos a ter em conta o tipo de equipamento utilizado, nomeadamente a capacidade do sensor em termos de qualidade de imagem e georreferenciação, elementos essenciais para garantir a precisão das correções. Refere também que o sucesso da aplicação do procedimento depende da adequação da tipologia de UAS à missão pretendida, distinguindo entre operar junto aos OAVs ou a partir de postos tácticos recuados. A possibilidade de transmissão de vídeo em tempo real para postos de comando superiores (batalhão ou brigada) é vista como uma mais-valia táctica, permitindo ao OAF</p>
--	---	---	---

			apoiar de forma mais eficaz o comandante da força. Em escalões inferiores, como a companhia, esta capacidade não se justifica.
--	--	--	--

## APÊNDICE F- TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA ENTREVISTADO E4

1. Qual considera que poderá ser o papel dos UAS no apoio às missões de Artilharia?

Os Sistemas Aéreos Não Tripulados têm um potencial transformador para Artilharia de Campanha, sobretudo se pensarmos nas missões que envolvem apoio de fogos em terrenos de difícil acesso, visibilidade limitada ou mesmo em contextos urbanos, onde o fator humano está mais exposto. Em Portugal, por exemplo, se imaginarmos um cenário como o Gerês, ou mesmo em operações de âmbito internacional como as que têm ocorrido no Leste Europeu, o uso de UAS permitiria obter rapidamente uma visão do campo de batalha, detetar posições inimigas, monitorizar movimentações e até realizar o *Battle Damage Assessment* (BDA).

O papel dos UAS, neste contexto, não se resume apenas à observação e regulação dos fogos. São elementos ativos na tomada de decisão dos comandantes, oferecendo uma visão contínua do campo de batalha e permitindo ao comando atuar com maior antecipação e precisão. Esta capacidade de monitorizar continuamente uma determinada zona, sem pôr em risco vidas humanas, é algo que nenhuma outra plataforma consegue garantir com o mesmo custo-benefício.

É importante perceber que, mesmo na ausência de uma doutrina formal já consolidada no Exército Português, a realidade operacional impõe a necessidade de adaptação. Já temos meios e conhecimento técnico e tático no terreno – o desafio está agora em integrar essa capacidade numa estrutura que ainda é, em muitos aspetos, tradicional. A CSV e o GAC/BrigInt têm explorado conceitos de emprego destas novas tecnologias, e em exercícios como o URANO e STRONG IMPACT, já se ensaiaram formas de utilização de UAS, ainda que fora do contexto formal da doutrina de apoio de fogos.

2. Na sua opinião, quais seriam as principais vantagens operacionais em integrar UAS no processo de regulação de fogos?

Intenção: Identificar os benefícios concretos esperados pelo comando, como precisão, apoio à decisão e segurança.

Há três grandes vantagens que me parecem claras: aumento de precisão, redução do tempo de decisão e melhoria na segurança das forças.

Com os UAS, conseguimos uma correção quase instantânea do tiro. A imagem em tempo real permite ver, por exemplo, se o tiro caiu curto ou longo ou efetuar o BDA, se houve. Já não dependemos exclusivamente de relatos por rádio/dados ou de observadores avançados que, por limitações de terreno, possam ter ângulos de visão comprometidos. Durante o exercício URANO 24, esta diferença foi visível: a correção que antes poderia levar minutos e várias comunicações, foi feita em segundos, com base na imagem transmitida pelo UAS para o PCT.

Além disso, a integração dos UAS pode mitigar algumas incorreções causadas pelo Observador Avançado. Hoje, o OAv está exposto no terreno, muitas vezes com visibilidade reduzida. Com os UAS, podemos operar à distância, com segurança, e sem comprometer a eficácia da missão. Isto não só protege os nossos militares, como também aumenta a capacidade de resposta em missões contínuas.

Finalmente, há a vantagem da documentação visual: as imagens captadas podem ser analisadas posteriormente, contribuindo para a avaliação da missão e para o treino contínuo das equipas. Estes benefícios alinham-se com as lições aprendidas em conflitos contemporâneos como a guerra na Ucrânia.

3. Considera que seria possível integrar os UAS no funcionamento atual do sistema de apoio de fogos, mantendo o papel tradicional do Observador Avançado e respeitando as cadeias de comando e coordenação existentes?

Intenção: Avaliar se a estrutura atual é flexível o suficiente para acomodar a integração de UAS sem romper com a doutrina.

Sim, acredito profundamente que essa integração é não só possível como essencial. Mas não será automática — exige planeamento, formação e sobretudo uma mentalidade aberta à mudança.

A estrutura de apoio de fogos em Portugal assenta em princípios sólidos: o OAv, o OAF, o CAF, todos têm funções bem definidas e respeitam as cadeias de comando. O que os UAS trazem não é uma substituição, mas uma ampliação das capacidades. O Observador

Avançado continua a ser a peça central no terreno, mas passa a ter ao seu dispor mais uma ferramenta, que o torna mais eficaz e mais seguro.

O importante é que esta nova capacidade seja integrada de forma orgânica, respeitando os fluxos de comunicação existentes. Isso pode significar rever alguns procedimentos, ajustar manuais doutrinários, investir em treino conjunto com operadores de UAS. Mas, acima de tudo, significa perceber que o objetivo é comum: tornar o apoio de fogos mais eficaz, mais rápido e mais seguro.

4. Na sua opinião, faria sentido posicionar o Observador Avançado junto do operador de UAS, permitindo-lhe visualizar a imagem em tempo real e manter o pedido de tiro por rádio, como previsto na doutrina? Considera esta solução viável e útil, mesmo que não seja a única possível?

Intenção: Recolher perceções sobre a solução proposta no procedimento técnico, mantendo o foco na viabilidade e utilidade.

Sim, essa solução faz sentido e é uma das mais viáveis para uma fase inicial de implementação. A colocação do OAv junto ao operador de UAS permitiria uma sinergia imediata — o OAv teria acesso direto à imagem, poderia avaliar o objetivo com os seus próprios critérios e continuar a aplicar a doutrina tal como está estabelecida.

Esta solução permitiria treinar a coordenação entre o elemento humano e a plataforma aérea não tripulada, sem alterar profundamente a cadeia de comando. Não existindo um Sistema Automático de Comando e Controlo para a Artilharia de Campanha, capaz de integrar os UAS, a comunicação por rádio continuaria a ser usada, respeitando a doutrina, mas agora com o benefício de uma consciência situacional muito mais rica.

Claro que há outras possibilidades — como a retransmissão da imagem para os PCT da Bateria e/ou do GAC — mas tudo depende dos meios disponíveis, da maturidade tecnológica do sistema e da experiência dos operadores UAS e Chefes de PCT. A colocação conjunta do OAv e do operador de UAS é, no fundo, uma forma simples, eficaz e respeitadora da estrutura atual de começar este caminho.

5. Que benefícios veria na disponibilização de uma consola de visualização da imagem UAS no posto de comando (por exemplo, para o OAF ou CAF)?

Intenção: Explorar como a visualização da imagem em tempo real poderia apoiar a decisão tática e a coordenação de fogos.

Este seria um dos maiores saltos qualitativos que poderíamos dar em termos de apoio à decisão. A imagem em tempo real no posto de comando permitiria ao OAF ou CAF acompanhar a missão em “direto”, visualizar a progressão da operação/fogos, antecipar necessidades de reforço, reposicionamento ou até cessação dos fogos com base em dados objetivos.

Imagine-se uma operação real, num cenário como o que se vive na Europa, onde a tempo de resposta é vital. Se o CAF pudesse ver, em direto, a posição das forças amigas e inimigas, bem como os efeitos do tiro (BDA), teria uma base muito mais sólida para coordenar o apoio de fogos. Seria possível evitar fratricídio, ajustar planos em tempo real e atuar com mais confiança.

Em termos técnicos, isso exigiria uma rede segura, fiável e portátil — mas não é uma impossibilidade. O Exército já tem vindo a investir em comunicações táticas e C2, e este seria um passo lógico nessa evolução.

6. Que entidades, na estrutura atual, considera que poderiam servir de elo de ligação entre o sistema UAS e o processo de condução de tiro?

Intenção: Identificar os pontos naturais de contacto entre a componente técnica (UAS) e a estrutura tática atual.

Os principais elos são, naturalmente, o OAv, o OAF e o CAF. Mas também os operadores de UAS — se forem dotados com formação tática de tiro de Artilharia, e não apenas técnica em UAS — podem assumir esse papel de ligação entre o “olho que vê” e o “dedo que comanda”.

No caso português, seria essencial garantir que os operadores de UAS são integrados nos destacamentos/elementos de apoio de fogos e que tenham conhecimento técnicos em tiro de Artilharia e táticos em Artilharia de campanha, não sendo apenas operadores de UAS.

Outro elo essencial são os elementos das Transmissões. A garantia de que a imagem flui sem interrupções e em segurança é crucial.

7. Na sua perspectiva, que obstáculos ou dificuldades poderiam surgir na adoção de um procedimento como este? Refiro-me a questões de organização, articulação entre entidades ou adaptação da estrutura de apoio de fogos.

Intenção: Perceber resistências práticas ou estruturais à adoção de um novo procedimento, sem focar em crítica institucional.

Os principais obstáculos são os de sempre quando falamos de inovação em instituições com cultura muito consolidada: resistência à mudança, receio da perda de controlo, falta de formação inicial e limitações orçamentais.

Em Portugal, a articulação entre entidades é muitas vezes feita com base em relações pessoais e experiência acumulada, mais do que por processos automatizados. A introdução dos UAS obriga a repensar fluxos, procedimentos e até a linguagem operacional. E isso pode criar insegurança — especialmente entre quem tem muitos anos de prática baseada na doutrina tradicional.

Há ainda a questão legal e regulamentar: o uso de UAS militares, mesmo em treino, tem de ser articulado com entidades civis, como a AAN, o que exige coordenação institucional.

Mas todos estes obstáculos são ultrapassáveis com liderança, formação e uma visão clara do que se quer atingir.

8. Considera que esta investigação, e as entrevistas que dela fazem parte, pode contribuir de forma útil para a adaptação da doutrina e o desenvolvimento de novas capacidades no apoio de fogos?

Intenção: Avaliar a utilidade percebida da investigação no contexto doutrinário e operacional da Artilharia.

Sem dúvida. Esta investigação tem o mérito de ouvir quem está no terreno, de captar a experiência real dos que operam com e para o sistema de apoio de fogos. E é nesse conhecimento prático que a doutrina deve assentar.

Portugal tem uma oportunidade de aprender com a experiência de outros países, adaptar à sua realidade e construir uma doutrina moderna e eficaz. Esta investigação, se for bem aproveitada, pode dar origem a uma nova geração de procedimentos, mais ágeis, mais seguros e mais adaptados ao combate contemporâneo.

#### 4. Comentários finais

Pretende acrescentar alguma informação ao que foi dito anteriormente?

Obrigado pela sua disponibilidade para participar na entrevista!

## APÊNDICE G- TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA ENTREVISTADO E5

Ficha de caracterização do entrevistado

1. Posto atual: Capitão

2. Função atual: Instrutor de Artilharia

3. Quais foram as funções que já desempenhou durante a sua vida como oficial?

OFU: Desempenhou funções como instrutor e este meio ano na guerra, como oficial.

4. Considera pertinente/importante o tema deste trabalho de investigação?

(definição de TTPs para a regulação de tiro de Artilharia com UAS?)

OFU: Sim é importante, porque neste momento a guerra da ucrânia é a guerra dos drones.

EU: transmista-lhe por favor, que se ele acjar alguma área particularmente importante ser desenvolvida, ele que se sinta à vontade para a desenvolver.

OFU: Ok

3. Corpo da entrevista

5 Os UAS têm sido utilizados para apoiar missões de Artilharia? Se sim, de que forma?

Objetivo: Compreender se os UAS têm sido utilizados em apoio ao fogo de Artilharia e de que forma, com base na experiência prática.

OFU: sim utilizam de vários tipos. Sim eles utilizam eles para o reconhecimento, porque cada drone tem um x de raio e eles identificam uma quadrícula e enviam para lá o UAS para ver se tem lá inimigo ou não.

EU: Ok, a nível de aplicação específica com a com a Artilharia, por exemplo regulação de fogos com Artilharia?

OFU: Também utilizam para fazer correções do tiro de Artilharia, através do UAS verificam onde foi a explosão (ponto de impacto) e fazem logo a correção com as coordenadas.

EU: Ou seja, tem as coordenadas de um ponto de impacto e de um objetivo e depois tentam fazer coincidir, é isso?

OFU: Eles têm um programa que eles metem as coordenadas e o próprio programa calcula, porque o UAS pode dar as coordenadas do ponto de impacto do disparo que foi feito, ou então quantos metros ao lado do objetivo é que foi o ponto de impacto.

EU: Ou seja, faz logo a correção direta, têm um programa que faz a correção direta?

OFU: Sim basta apenas, colocar os números/coordenadas e ele faz tudo automático.

6. Que tipos de Unidades de UAS têm? Como é que essas unidades apoiam a Artilharia?

Objetivo: Perceber que tipos de unidades de UAS têm e de que forma é que estas apoiam a Artilharia

OFU: Têm muitos tipos de UAS os Mavic, e mesmo dentro dos mavic Têm vários tipos. Eles ainda têm os UAS em que metem uma granada simples presa a eles, porque em algumas situações a munição de Artilharia é muito mais cara do que uma granada dessas num drone.

EU: ok nós chamamos isso de drones suicidas.

UFO: Têm também esses drones suicidas que eu estava a falar mas os drones que ele estava a falar era um drone que tem uma granada acoplada e que a larga no objetivo, e depois vai embora e vai buscar outra granada.

7. Existe ligação direta entre os operadores de UAS e os observadores ou comandantes da Artilharia?

EU: Relativamente aos drones que estão a apoiar a Artilharia que referiu anteriormente, saber se existe essa ligação direta entre quem está a operar os tais sistemas e está a ver as imagens, se existe alguma ligação direta com OAVs ou com os comandantes de Artilharia, como é que é feita ligação?

OFU: Existem duas situações, uma delas é, ele pode estar na frente de guerra ao pé dos obuses, onde tem um portátil ou um tablet onde ele está a ver em direto e depois tem outro tablet onde ele vai inserir os dados que é para fazer diretamente para o centro do objetivo. E tem outra situação, podem ter como nós temos os OAVs eles é que têm os tablets e que fazem isso tudo e para a secção eles só mandam as coordenadas e fazem logo o fogo.

EU: Sobre esta questão, eles mandam as coordenadas e depois utilizam logo o sistema automático ou têm algum tipo de procedimento manual?

OFU: Tudo através do programa, que é muito mais rápido e ele menos de um minuto consegue já estar pronto para fazer outro ataque.

Objetivo: Identificar se existe um canal de comunicação direto entre os operadores de UAS e os decisores do apoio de fogos.

8. A imagem obtida pelos UAS é partilhada com a Artilharia? Quem toma decisões com base nessa imagem?

EU: Esta pergunta tem a ver com a cadeia de aprovação do pedido de tiro. Do género, o drone consegue obter a imagem, há a referenciação do objetivo, como é que funciona esta cadeia de autorização do pedido de tiro, vai diretamente para a secção, mas alguém ao nível tático está a fazer esta aprovação, ou como é que funciona?

UFO: Tem duas situações, uma delas se ele teve uma ordem de destruir o objetivo, é ele que vai observar, é ele que vai dar as ordens, porque tem de destruir o objetivo. Agora podemos ter a segunda situação em que lhe dizem para ele destruir aquele objetivo, ele não vai estar a ver o obj e vai ter de passar para cima que é para obter a resposta para avançar.

EU: ou seja, quando diz que não vai estar a olhar para ele significa o quê?, que ele não tem acesso ao vídeo?

UFO: que não tem acesso ao vídeo.

EU: ou seja, isso depende do sistema que está a ser operado?

UFO: Isso depende tudo do objetivo que eles têm que destruir.

EU: ou seja, ainda no seguimento disto, os drones que estão em apoio à Artilharia, eles estão diretamente ligados à Artilharia, ou há situações, que por exemplo dependendo do tipo de drone, por exemplo se for um drone mais avançado pode não estar diretamente ligado à Artilharia ainda que esteja a apoiar a força por algum determinado motivo?

OFU: Sim eles têm secções que trabalham só com drones, e ele por exemplo pode ter pessoas dessa secção a trabalhar em apoio à Artilharia:

EU: ou seja, organicamente eles até podem pertencer a essa tal unidade de drones e como estão em missão, são atribuídas em apoio à Artilharia.

OFU: Sim

Objetivo: Verificar se a informação recolhida pelos UAS é operacionalmente aproveitada pela Artilharia e por quem.

EU: Relativamente a estes sistemas, muitas vezes o sistema é composto pelo o piloto que está a operar o sistema e um operador do sensor, que é a câmara que vai por baixo. Perceber se o nosso capitão, consegue dizer alguma coisa neste sentido, do género como é que ocorre esta ligação, se o operador de sensores normalmente está junto dos postos de comando e o piloto se encontra mais à frente, para garantir um maior alcance do drone, ou como é que é feita esta integração?

OFU: A pessoa que vai controlar o drone fica a vigiar uma quadrícula que lhe é atribuída e essa imagem é toda passada para o sistema de comando e controlo, lá eles vão ver se existe inimigo nessa quadrícula, caso tenha inimigo eles tiram as coordenadas e mandam para a secção.

EU: Confirmando só por favor, após identificarem o Inimigo, é depois a partir daí que se desencadeia a ordem de Pedido de tiro.

OFU: Sim depois, ou eles mandam as coordenadas para a secção ou então eles já dão os elementos de tiro. Depende tudo dos comandantes.

EU: 9. Quais são as principais vantagens e dificuldades que identifica na utilização de UAS em apoio à Artilharia?

OFU: Os pontos negativos ele não vê, e os pontos positivos é que com a ajuda dos drones eles conseguem trabalhar mais rápido. E também consegue proteger a sua secção, no sentido em que não há necessidade de mandar uma pessoa fazer o reconhecimento.

EU: pergunte-lhe só por exemplo se ao nível de precisão, por exemplo o número de tiros que ele precisa para atingir o objetivo, se ele sente que existe diferença quando esse tiro está a ser observado, ou as correções estão a ser feitas por um ser humano ou seja por um observador avançado ou quando estão a ser feitas diretamente pelo drone, se eles sentiram que a nível de precisão que conseguiam aumentar a precisão deles e de gestão de recursos se precisaram de menos granadas ou mais granadas, se lhes permite economizar recursos.

OFU: Sim é muito melhor e muito mais rápido. Ele lembrou-se de um ponto negativo em relação aos drones é que se estiver mau tempo ou se estiver nevoeiro não consegue ou pode dificultar o voo.

EU: tendo em conta esta última resposta que o nosso capitão sobre as condições meteorológicas, se o drone efetivamente não conseguir voar devido às condições meteorológicas como é que eles fazem a regulação de tiro.

OFU: Ainda não tiveram esse problema. Eles neste momento vivem em trincheiras, então eles não trabalharam com aqueles quadros que se utilizam para fazer os cálculos, está fora de questão eles nem sequer trabalham com isso.

EU: ou seja, eles não usam um procedimento manual é tudo automático. Certo mas a minha questão era, se eles tiverem de fazer a correção efetivamente eles têm de ter um OAv, caso o drone não consiga voar.

OFU: a situação dos drones não voarem nunca lhes aconteceu, porque o inimigo trabalha da mesma forma, porque se estiver mau tempo para nós também vai estar mau tempo para eles, porque eles trabalham também só com drones. O mais provável se estiver mau tempo é não haver guerra, nem do lado deles nem do outro lado.

Objetivo: Recolher perceções sobre os benefícios e limitações práticas do uso de UAS neste contexto.

10. Tendo em conta a forma de emprego dos UAS em conjunto com a Artilharia de Campanha, de que forma será feita a integração dos UAS com o sistema com que está atualmente em formação?

OFU: Primeiro ponto: não vão trabalhar como trabalhamos aqui em Portugal, não vamos, e segundo depende também das cargas que lhes forem fornecidas porque vão ser de vários países, então o que eles vão fazer é um teste, vão levar para o polígono e ver o que se pode fazer. Assim que eles tiverem o manual com tabelas de tiro, eles têm uma pessoa que trabalha com aquele programa, eles vão lhe pedir e ela vai inserir os dados todos conforme as tabelas de tiro mais as cargas que são utilizadas e vão trabalhar com o sistema.

EU: ainda nesta pergunta, a minha pergunta, não quero que se foque muito no material específico, ou seja, o que eu perceber só é, como é que ocorre a integração, o que eu presumo é que provavelmente vá acontecer da mesma maneira independentemente do material o que deve acontecer é, colocam lá a bateria, depois vão meter os drones e vão ter o tal sistema de comando e controlo, certo?, ou seja o que eu quero perceber é mais esta integração, ou seja, eu não me interessa a parte específica do sistema em si, mas como é que eles vão integrar isto tudo.

OFU: ok, em relação à topografia, eles não vão utilizar, porque eles têm o sistema. Em relação, à manutenção e o GB, sim. E em relação por exemplo, à secção, como nós trabalhávamos com 11 pessoas + condutor + comandante de secção, eles lá não vão trabalhar assim. A composição da secção não vai ser igual.

EU: ou seja, mas o efetivo da secção lá será menor?

OFU: sim, seis pessoas. Eles têm um obús parecido com este mas que tem um alcance maior, e eles trabalham com seis pessoas ou então até com 5.

EU: A nível de estrutura de comando, nós cá em Portugal, por exemplo temos os comandantes de bateria, depois temos os OAF de batalhão que estabelecem ligação ao OAF de brigada e temos ainda os PCT das baterias e o PCT do grupo. Como é que funciona a estrutura de comando deles?

OFU: Eles têm o comandante de bateria que é dividido em dois pelotões e cada pelotão com dois obuses. Mas nem todos trabalham assim, depende de quantas pessoas eles têm e quantos obuses têm.

EU: para cima de comandante de bateria, como funciona a cadeia de aprovação do tiro?

OFU: Eles têm tipo o nosso comandante e o segundo-comandante

EU: Como é que é feito o planeamento em escalões superiores?

OFU: Isso vai tudo junto.

EU: certo o que eu quero saber é se eles mantêm uma estrutura ternária.

OFU: Eles têm uma secção dos observadores avançados. Os dois obuses podem estar por exemplo a 1km um do outro. E eles não trabalham como se fosse uma bateria, apenas com um obus. Cada obus tem o seu setor, eles só têm um obús que está focado no seu setor. Eles já não trabalham em bateria, porque isto para o inimigo é um alvo muito remunerador, por isso antigamente eles trabalhavam, agora já não.

EU: Questionar se é importante haver esta capacidade de órgãos de comando terem visualização em tempo real da informação que é recolhida pelos drones.

OFU: Ele diz que isso pode ser uma pergunta com rasteira, porque você pode ter um bom comandante ou um mau comandante. Por exemplo, ele é capitão e tem tenentes-coroneis e coroneis, que ele sabe mais que eles é uma pergunta meio com rasteira.

EU: ok certo. Mas o que eu estou a perguntar é se é importante que o meu capitão e esses órgãos conseguirem ter acesso à informação em tempo real do objetivo, do género, quer para o pedido de tiro, quer para depois fazer o relatório de danos, etc. Se é importante, que efetivamente os órgãos de decisão, por exemplo o nosso capitão ter essa informação, ou se isso é só uma coisa que fica com os operadores.

OFU: Para ele por exemplo é importante. Porque por exmplo, para ele e no ponto de vista dele, sendo ele a observar, ele através do drone que vai fazer o reconhecimento, ele consegue ver se há necessidade de ele estar a gastar uma munição de Artilharia que seja mais cara do que um daqueles drones que falámos no início. Do ponto de vista dele, e sendo ele a ver, isto é importante.

EU: Questiono se existe mais alguma coisa que ele pretenda acrescentar, que ache relevante.

OFU: Ele disse que as perguntas foram bem feitas, por isso não tem mais nada para acrescentar. E já que estamos a falar de Artilharia e estamos a falar de guerra na Ucrânia, na situação deles, o obús tem de estar mesmo enterrado no chão. Eles fazem um buraco e fica abaixo do solo. Porque assim eles têm mais possibilidade de proteger a secção e os obuses. Eles também nunca aguardam as cargas junto das munições.

EU: Questiono se pode mostrar algum registo fotográfico do género de uma consola ou como é que ele faz o pedido de tiro.

(foi me mostrado um video, em que era possível ser uma consola com as coordenadas do ponto focado no centro da imagem em que tinha sido feito um pedido de tiro de Artilharia,

em que se vê uma munição a atingir em cheio no objetivo, após era possível ver um corpo no chão e o grau de destruição provado no no alvo (pequeno edifício)).

EU: Então o pedido de tiro que é feito pelo drone, é sempre feito através de coordenadas do objetivo?

OFU: os operadores dos drones não se responsabilizam por nada, quem toma as decisões é ele e no drone o que ele vê é a imagem e as coordenadas, o resto é o programa que faz.

EU: Ok, era isso que eu pretendo saber. Ou seja, basicamente, o nosso capitão vai estar a olhara para esta imagem, vê as coordenadas do objetivo e vai colocar no sistema automático de comando e controlo.

OFU: Sim.

EU: Agradecer a disponibilidade do nosso capitão e toda a informação que me forneceu que me vai dar muito jeito na investigação.

OFU: De nada.

Objetivo: Compreender como será operacionalizada a integração entre UAS e sistemas de Artilharia de Campanha com menores capacidades automatizadas, num cenário real de aplicação futura.

#### 4. Comentários finais

Pretende acrescentar alguma informação ao que foi dito anteriormente?

Obrigado pela sua disponibilidade para participar na entrevista!

## APÊNDICE H - SÍNTESE DE INFORMAÇÃO RECOLHIDA EM OBSERVAÇÃO DIRETA

Momento	Designação	Tipo de Atividade	Objetivo/Enquadramento	Local/Data	Principais Contributos para a Investigação
1	Exercício exploratório (Vendas Novas)	Observação direta e recolha informal de dados	Compreensão inicial do sistema UAS e validação preliminar do enquadramento da investigação	Vendas Novas / março de 2025	(1) Foi confirmada a não existência de doutrina para a regulação de tiro de AC; (2) Foi elogiada a pertinência do tema devido à sua atualidade; (3) Foi possível observar os diferentes constituintes de um UAS; (4) Foi possível compreender a dinâmica entre os diversos constituintes dos UAS, assim como a interação entre ambos; (5) Foi possível observar os diferentes tipos de informação gerada, por um lado informação relativa ao controlo do UAV, por outro a informação recolhida pela payload; (6) Foi retirada a relação, relativa à utilização destes sistemas, nomeadamente a existência de mais do que um UAV de forma a ter um sistema redundante, podendo assim fazer face a falhas inopinadas.

2	Exercício SI25	Coordenação da testagem do procedimento técnico	A validação experimental do exercício	Campo Militar de Santa Margarida / março de 2025	(1) Validação externa inicial por parte das entidades técnicas ligadas ao tiro de AC presentes no exercício, nomeadamente: oficial de operações (S3) e oficial de informações (S2) do estado-maior do grupo, chefe de PCT do GAC, cmdt de Btr e Chf PCT da 1ª Btr do Regimento de Artilharia Nº4 (BRR), cmdt de Btr e Chf PCT da 1ª Btr do GAC de Santa Margarida (BrigMec), cmdt da companhia de sistemas de vigilância (CSV) e observadores avançados de cada uma das baterias; (2) Devido à ocorrência de uma depressão atmosférica com ventos fortes, os UAS não conseguiram operar, inviabilizando a testagem do procedimento; (3) Reforçada a elação da necessidade de sistemas redundantes que assegurem a continuidade das missões de AC mesmo quando os UAS não operam
3	Formação e experimentação prática	Observação direta de formação e testes de UAS	Recolha de dados técnicos e operacionais sobre o funcionamento	Leiria / abril de 2025	A formação teve duas vertentes. Na componente teórica: (1) compreensão de conceitos fundamentais dos UAS; (2) entendimento da

			dos UAS e interação com operadores		<p>integração dos diversos componentes do sistema; (3) identificação de capacidades e limitações do sistema estudado. Na componente prática: (4) observação direta da experimentação inicial do novo UAS por militares da CSV, com apoio de formadores da BeyondVision; (5) destaque para características como elevada responsividade, sensibilidade, manobrabilidade e capacidade de carga; (6) verificação das funcionalidades do software da GCS (zoom, planos de voo, "lock", extração de coordenadas); (7) testagem de um UAS FPV com validação dos requisitos técnicos definidos pelo Exército Português; (8) observação de testes a um protótipo de asa fixa do IST, permitindo aprofundar conhecimentos sobre datalinks e bandas de frequência utilizadas (600–800 MHz para controlo, 1.4–1.6 GHz para payload); (9) contacto com o sistema VTONE, um UAS de asa fixa com capacidade VTOL, permitindo validar a premissa do procedimento</p>
--	--	--	------------------------------------	--	--

					técnico quanto à necessidade de presença do OAv junto ao operador de sensores; (10) confirmação da exigência operacional dos UAS, nomeadamente a fadiga do operador, reforçando a importância da separação entre o operador de sensores e o OAv.
4	Exercício Orion 25	Validação prática em contexto real (LFX)	Verificação do funcionamento e aplicabilidade do procedimento em missão real de tiro	Campo Militar de Santa Margarida / maio de 2025	A participação neste exercício não permitiu a verificação experimental, em contexto real (LFX), do procedimento proposto. Contudo permitiu sim a interação com diversos elementos especialistas tanto em UAS como em AC que através de feedback permitiu complementar e melhorar o procedimento proposto.
5	Exercício ARTEX 25	Validação complementar e testagem de integração	Exploração da flexibilidade do procedimento com novos sistemas (ex. calculadora automática de tiro)	Campo Militar de Santa Margarida / maio de 2025	A participação neste exercício permitiu realizar a validação do procedimento técnico-tático em ambiente real, reforçando a sua aplicabilidade. A compatibilidade entre o procedimento proposto e este novo sistema demonstrou a flexibilidade do mesmo, quer ao nível técnico quer tático, permitindo inclusive substituir os

					procedimentos normalmente realizados pelo PCT. Este resultado evidencia a adaptabilidade do procedimento à evolução tecnológica e à integração com diferentes plataformas e sistemas, tal como preconizado na sua formulação inicial.
--	--	--	--	--	---

# APÊNDICE I – FICHA TAREFA PARA A EXECUÇÃO A AQUISIÇÃO DE OBJETIVOS E REGULAÇÃO DE FOGOS DE ARTILHARIA COM UAS

## 1) Fase de Preparação

### (a) Equipa UAS

#### (i) Piloto-comandante do UAS

1. Executa os procedimentos definidos em NEP.

#### (ii) Operador de Sensores

1. Executa os procedimentos definidos em NEP.

### (b) OAv

1. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;

### (c) PCT

#### (i) Operador planimétrico

1. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;

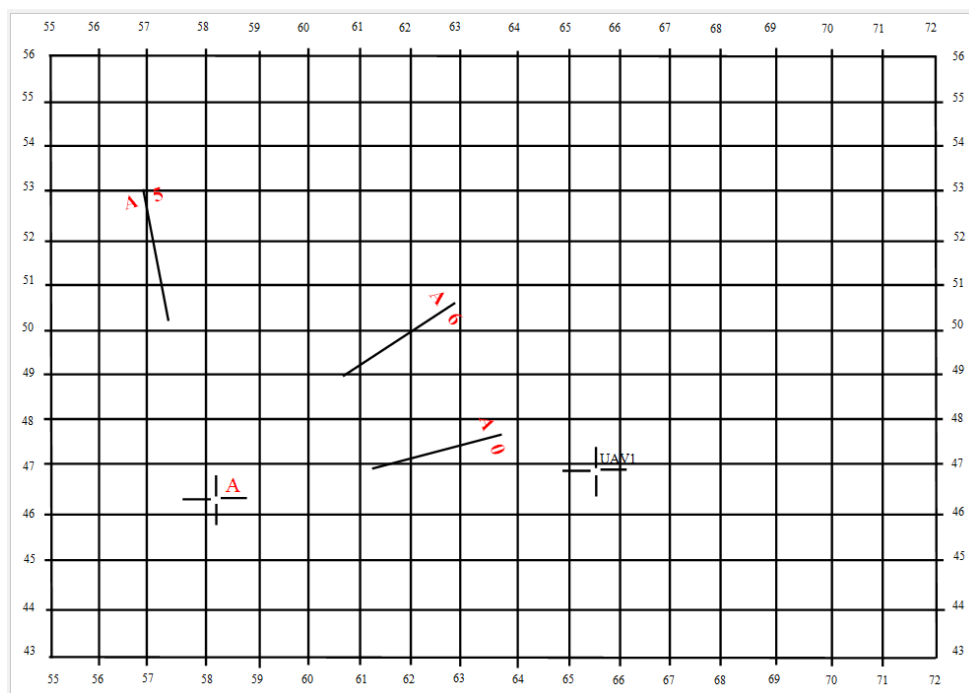


Figura nº 1 – Preparação da Prancheta topográfica

#### (ii) Calculador

1. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;

(iii)Chefe PCT

1. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;

(d) Secções

- (i) Efetuam o procedimento de acordo com a doutrina anterior;

(2) Durante a Missão de Tiro:

(a) Pedido Inicial de Tiro (PIT)

(i) Equipa UAS

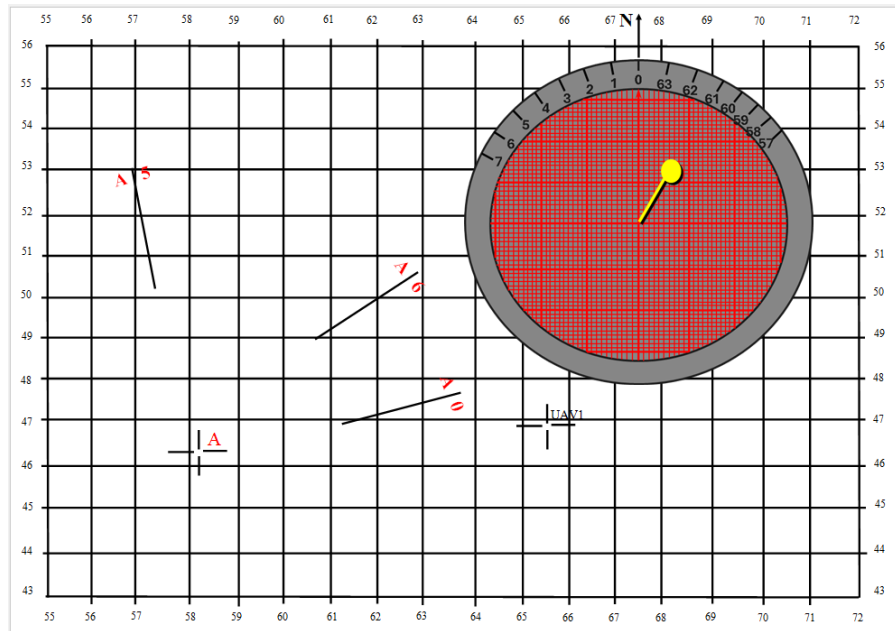
1. Piloto-comandante do UAS
  - a. Executa os procedimentos definidos em NEP
2. Operador de Sensores
  - a. Executa os procedimentos definidos em NEP
  - b. Está em constante comunicação com o OAv
  - c. Determina as coordenadas do Objetivo

(ii) OAv

- a. Elabora o pedido de tiro de acordo com o previsto no no PDE 3.0.0;

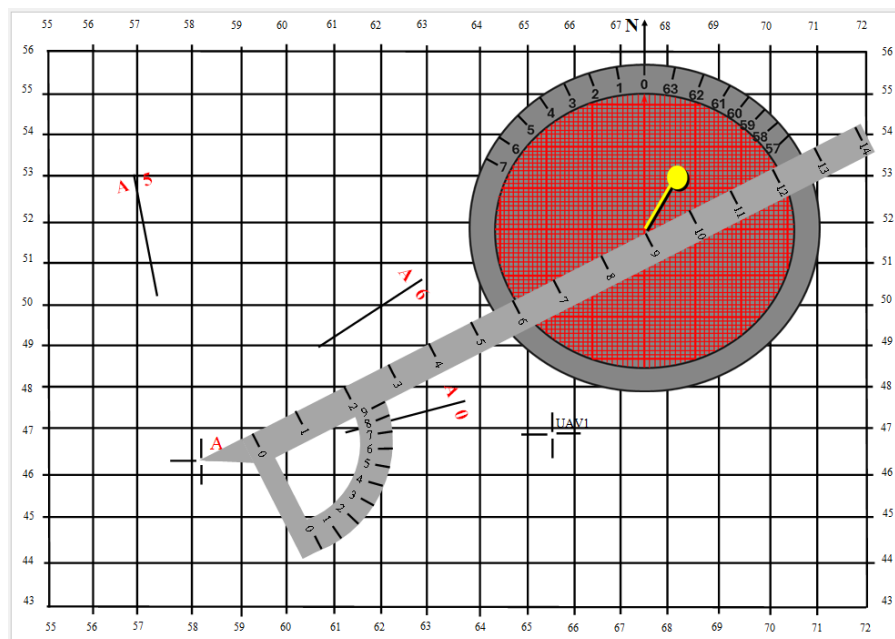
(iii)PCT

1. Operador Planimétrico
  - a. Através das Coordenadas transmitidas pela GCS, grafica o objetivo na folha de prancheta;
  - b. Coloca a grade de objetivos sobre o objetivo, com o “0” coincidente com a direção Norte;



**Figura nº 2 – Colocação da grade objetivos sobre a prancheta topográfica**

c. Determina distância e direção da Bateria para o objetivo;



**Figura nº 3 - Determinação da distância e direção para o objetivo**

- d. Anuncia os valores de distância e direção ao Calculador;
2. Calculador
  - a. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
3. Chefe PCT
  - a. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;

- (iv) Secções
  - 1. Efetuam o procedimento de acordo com a doutrina anterior;
- (b) Durante a Regulação de Tiro:
  - (i) Equipa UAS
    - 1. Piloto-comandante do UAS
      - a. Executa os procedimentos definidos em NEP
    - 2. Operador de Sensores
      - a. Executa os procedimentos definidos em NEP
      - b. Está em constante ligação como OAv
      - c. Determina as coordenadas do PImp
  - (ii) OAv
    - a. Transmite as coordenadas do PImp ao PCT;
  - (iii) PCT
    - 1. Operador Planimétrico
      - a. Implanta as coordenadas do PImp na folha de prancheta;

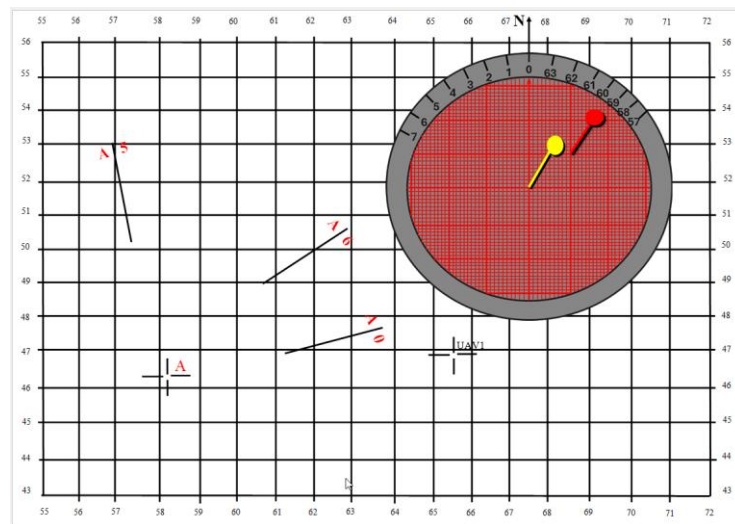


Figura nº 4 - Implantação das coordenadas do PImp na folha de prancheta

- b. Com auxílio da grade de objetivos, determina o vetor entre o Plmp e o Obj;

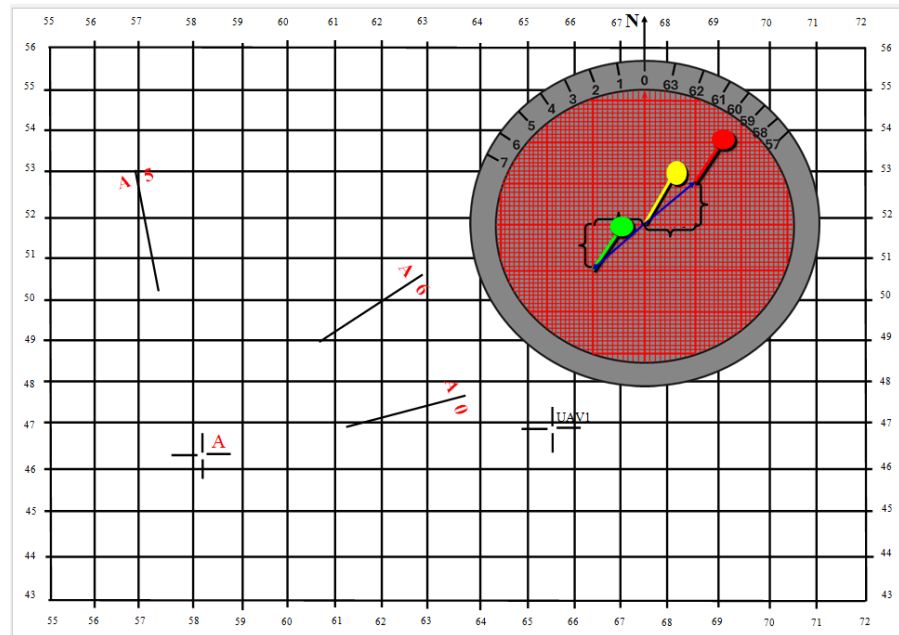


Figura nº 5 - Determinação do Ponto Corrigido

- c. Atribuiu uma numeração ao sequencial ao PC (Ex. PC1);  
 d. Determina distância e direção da Bateria para o PC;

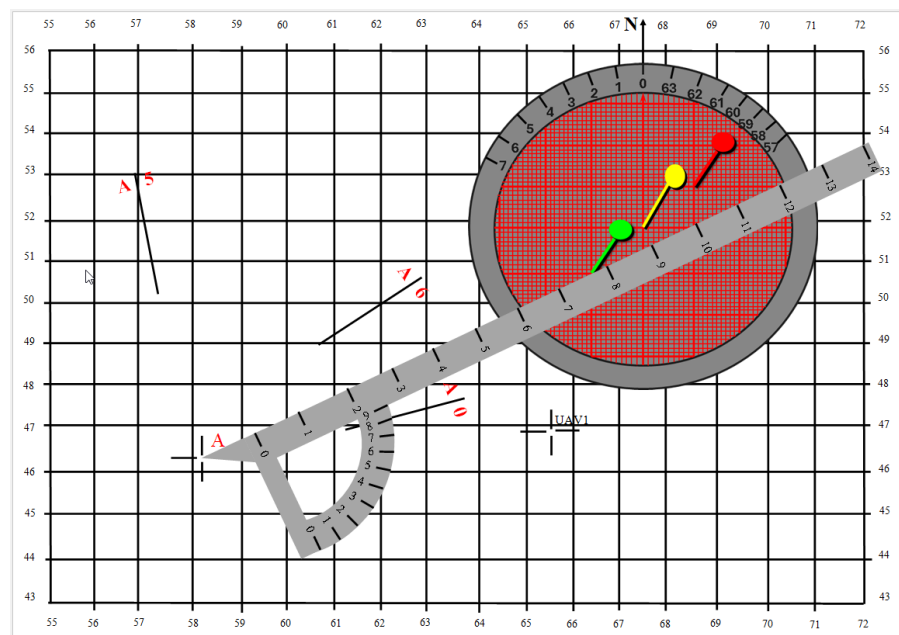
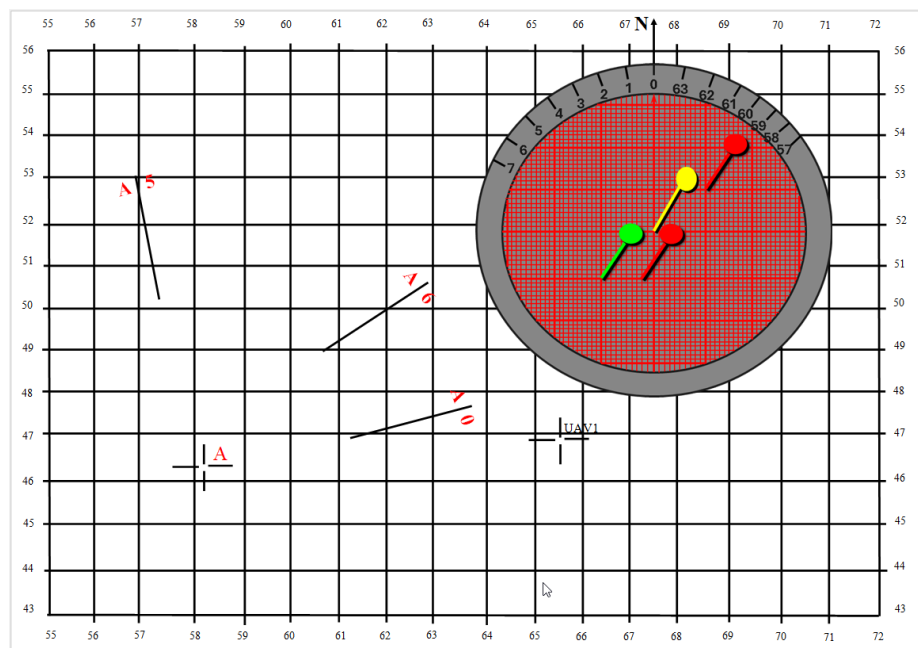


Figura nº 6 - Determina distância e direção da Bateria para o PC

- e. Anuncia os valores de distância e direção ao Calculador;  
 2. Calculador

- a. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
- 3. Chefe PCT
  - a. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
- (iv) Secções
  - 1. Efetuam o procedimento como previsto pela doutrina anterior;
- (c) Determinação de coordenadas dos PC após a identificação do primeiro PImp:
  - 1. Equipa UAS
    - a. Piloto-comandante do UAS
      - i. Executa os procedimentos definidos em NEP
    - b. Operador de sensores
      - i. Determina as coordenadas do PImp;
  - 2. OAv
    - i. Transmite as coordenadas no novo PImp ao PCT;
  - 3. PCT
    - a. Operador Planimétrico
      - i. Implanta as coordenadas do PImp na folha de prancheta;



**Figura nº 7 - Implantação das coordenadas do PImp subsequente na folha de prancheta**

- ii. Com auxílio da grade de objetivos, determina o vetor entre o último PImp e o Obj;

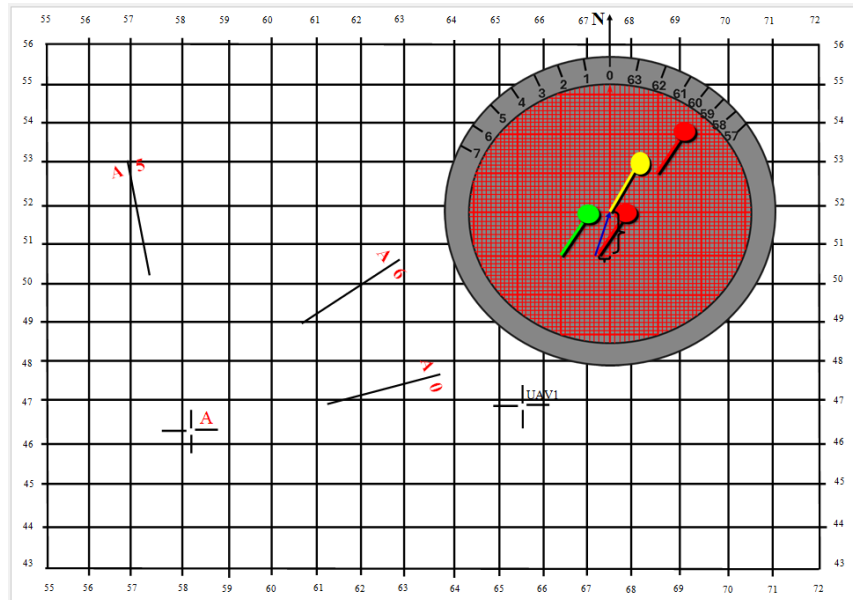
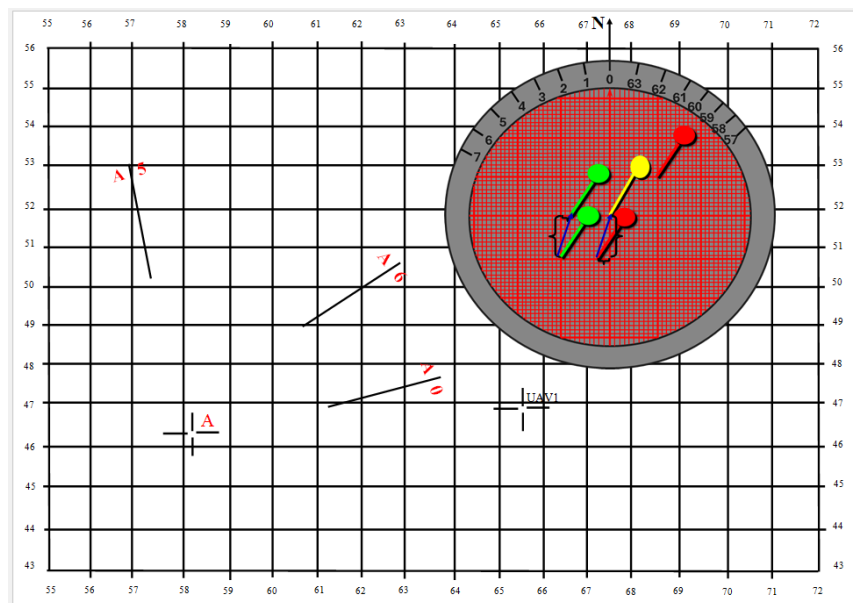


Figura nº 8 - Determinação do ponto de impacto subsequente

- iii. Determina a posição das coordenadas do novo ponto corrigido, afetando o último PC existente com o vetor determinado no ponto anterior (ii) mas sentido oposto;



iv.

Figura nº 9 - Determinação do ponto corrigido subsequente

v. Determina distância e direção da Bateria para o novo PC;

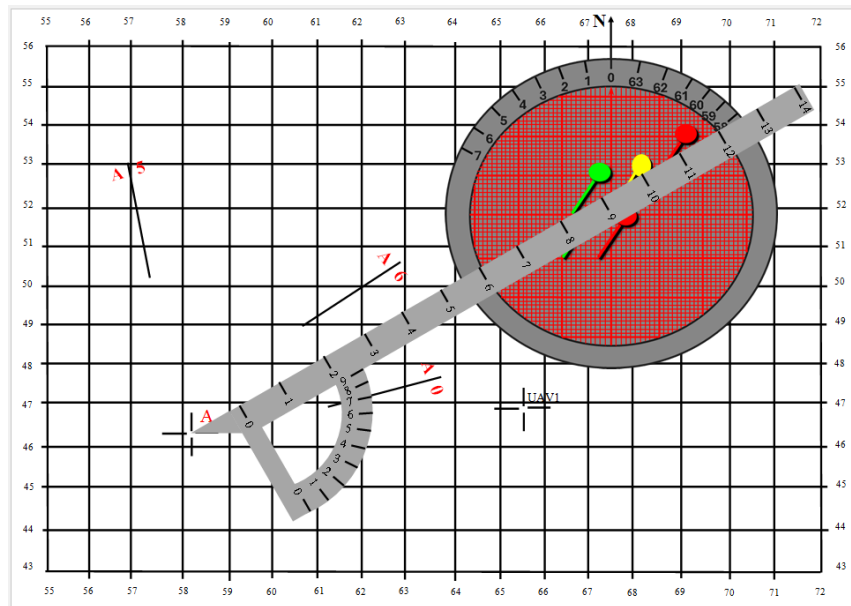


Figura nº 10 - Determinação dos valores de distância e direção para o novo ponto corrigido

vi. Grafica a vermelho o último PC;

vii. Anuncia os valores de distância e direção ao Calculador;

b. Calculador

i. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;

c. Chefe PCT

i. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;

4. Secções

a. Efetuam o procedimento como previsto pela doutrina anterior;

(ii) Este procedimento é repetido até o tiro estar no objetivo e poder ser pedida eficácia em que se avança para o ponto seguinte (d) deste procedimento;

(d) Durante a Eficácia

(i) Equipa UAS

1. Piloto-comandante do UAS

a. Manobra o UAV sobre a área de impactos;

b. Inicia o plano de voo definido pelo escalão superior sobre a sua Zona de Ação (ZA);

2. Operador de Sensores

i. Procura obter o máximo de informação possível sobre os efeitos provocados no Obj e o sobre o estado de destruição causado;

- (ii) OAv
  - a. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
- (iii)PCT
  - 1. Operador planimétrico
    - i. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
  - 2. Calculador
    - i. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
  - 3. Chefe PCT
    - i. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
- (iv)Secções
  - 1. Efetuam o procedimento como previsto pela doutrina anterior;
- (v)
- (3) Fase pós-voo
  - (a) Equipa UAS
    - (i) Piloto-comandante do UAS
      - 1. Executa os procedimentos definidos em NEP
    - (ii) Operador de Sensores
      - 1. Procura obter o máximo de informação possível dos sensores;
  - (b) OAv
    - 1. Está em comunicação com o operador de sensores, de forma a desencadear novos PIT;
  - (c) PCT
    - (i) Operador planimétrico
      - a. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
    - (ii) Calculador
      - a. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
    - (iii)Chefe PCT
      - a. Atua conforme previsto no PDE 3.0.0;
  - (d) Secções
    - (i) Efetuam o procedimento como previsto pela doutrina anterior;

