

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP INF (FAB) JOÃO GABRIEL PICCOLI E SOUZA

**UTILIZAÇÃO DE SARP NAS OPERAÇÕES TERRESTRES -
APLICABILIDADE DE AERONAVES REMOTAMENTE TRIPULADAS:
UTILIZAÇÃO DE CENTRAIS MÓVEIS DE VIGILÂNCIA ELETRÔNICA
ALIADA AO USO DE SARP COM VISTAS AO INCREMENTO DO COMANDO
E CONTROLE.**

**Rio de Janeiro
2021**

CAP INF FAB JOÃO GABRIEL PICCOLI E SOUZA

**UTILIZAÇÃO DE SARP NAS OPERAÇÕES TERRESTRES –
APLICABILIDADE DE AERONAVES REMOTAMENTE TRIPULADAS:
UTILIZAÇÃO DE CENTRAIS MÓVEIS DE VIGILÂNCIA ELETRÔNICA
ALIADA AO USO DE SARP COM VISTAS AO INCREMENTO DO COMANDO
E CONTROLE.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de
Aperfeiçoamento de Oficiais como
requisito parcial para a obtenção do
grau especialização em Ciências
Militares.

Orientador: Ivson Barbosa Marinho

Rio de Janeiro

2021

CAP INF FAB JOÃO GABRIEL PICCOLI E SOUZA

UTILIZAÇÃO DE SARP NAS OPERAÇÕES TERRESTRES – APLICABILIDADE DE AERONAVES REMOTAMENTE TRIPULADAS: UTILIZAÇÃO DE CENTRAIS MÓVEIS DE VIGILÂNCIA ELETRÔNICA ALIADA AO USO DE SARP COM VISTAS AO INCREMENTO DO COMANDO E CONTROLE.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais como requisito parcial para a obtenção do grau de especialização em Ciências Militares.

Aprovado em ____/____/____

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Roberto Nunes Ribeiro Filho -Maj
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Presidente

Thiago Britto de Albuquerque -Maj
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

Ivson Barbosa Marinho - Cap
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

RESUMO

A partir da apresentação das capacidades de um Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), e de sua utilização com uma base móvel, este trabalho tem como objetivo analisar as possibilidades de incremento dessa tecnologia no Comando e Controle de operações terrestres, visando desde a segurança de área, bem como sua atuação nas atividades de inteligência. A utilização de bases móveis de Comando e Controle já é algo amplamente utilizado por Forças policiais, bem como diversas Forças Armadas, e com o advento da tecnologia de SARP, é possível ampliar o alcance das imagens e a capacidade de decisão de uma tropa no terreno. Para cumprir essa intenção, serão utilizados como referência os manuais do Exército Brasileiro que tratam do assunto em sua doutrina de emprego, bem como artigos internacionais que apresentam equipamentos já existentes. Será realizada também entrevista com militares que utilizam ou já utilizaram essa tecnologia, finalizando com uma análise das possibilidades de emprego nas ações defensivas.

Palavras-chave: SARP, Inteligência, segurança, ações defensivas.

ABSTRACT

From the presentation of the capabilities of a Remote Piloted Aircraft System (SARP), and its use with a mobile base, this work aims to analyze the possibilities of increasing this technology in the Command and Control of ground operations, aiming at security area, as well as their performance in intelligence activities. The use of mobile Command and Control bases is already something widely used by police forces, as well as several Armed Forces, and with the advent of SARP technology, it is possible to expand the range of images and the decision-making capacity of a troop on the ground. . To fulfill this intention, the Brazilian Army manuals that deal with the subject in its employment doctrine will be used as a reference, as well as international articles that present already existing equipment. An interview will also be conducted with military personnel who use or have used this technology, ending with an analysis of the possibilities of employment in defensive actions.

Keywords: RPAS, Intelligence, security, defense actions.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 6 |
| 1.1 PROBLEMA..... | 7 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 7 |
| 1.2.1 Objetivo Geral | 7 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 7 |
| 1.3 QUESTÕES DE ESTUDO | 8 |
| 1.4 JUSTIFICATIVAS | 9 |
| 1.5 METODOLOGIA | 9 |
| 1.5.1 Revisão de Literatura | 10 |
| 1.5.2 Coleta de Dados..... | 11 |
| 1.5.3 Delineamento da Pesquisa | 13 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 2.1 SARP | 14 |
| 2.2 CONSCIÊNCIA SITUACIONAL | 16 |
| 2.3 INTELIGÊNCIA MILITAR..... | 17 |
| 2.4 COMANDO E CONTROLE..... | 17 |
| 2.5 CENTRO DE COMANDO E CONTROLE MÓVEL | 18 |
| 2.6 CENTRAIS MÓVEIS DE C2 JÁ UTILIZADAS | 18 |
| 2.6.1 Agrale Marruá AM20 VCC (Viatura Comando e Controle) | 19 |
| 2.6.2 Mobile Vehicle Surveillance System (MVSS) da GLOBALSAT | 20 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 3.1 ANÁLISE E COMPARAÇÃO DOS CONCEITOS APRESENTADOS..... | 21 |
| 3.1 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS | 22 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES | 24 |
| 5 REFERÊNCIAS | 25 |
| APENDICE A | 27 |

1 INTRODUÇÃO

A utilização de sistemas eletrônicos está cada vez mais presente na sociedade, e conforme sua demanda para utilização cotidiana aumenta, seu custo é reduzido e dessa forma sua tecnologia avança com maior velocidade também. Sendo assim, essa ferramenta se torna interessante também para o emprego militar, e aliando a criatividade e com a necessidade as capacidades da tropa são aumentadas, tornando as tropas brasileiras mais combativas.

O VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) é todo e qualquer tipo de aeronave que pode ser controlada nos 3 eixos e que não necessite de pilotos embarcados para ser guiada (DECEA, 2010) e sua utilização como meio bélico começou a ser desenvolvida nos EUA desde 1951 (Gizmodo, 2013), sendo utilizado mais recentemente o modelo Predator, da General Atomics, que foi desenvolvido para reconhecimento e posteriormente utilizado para ataque (Official United States Air Force Website, 2015). Desde então foram desenvolvidos outros modelos de VANT, e a quantidade de DRONES, nome popular para os VANT, cresceu 55% de 2018 para 2019 (Canaltech, 2019), chegando a 71.561 veículos cadastrados no SISANT (Sistema de Aeronaves Não Tripuladas gerenciado pela ANAC). Analisando os números crescentes de utilização dessa ferramenta pelo meio civil, é possível ver indícios de maturidade para o emprego na tropa de forma orgânica, sendo possível expandir seu uso acrescentando outras formas de emprego, acrescentando sensores térmicos, sensores de frequência, utilizando centrais móveis, ou outras que a tecnologia atual permita.

Com a crescente quantidade de fontes de informação de matriz eletrônica há uma necessidade de uma compilação dos dados provenientes delas, e as imagens obtidas pelos meios aéreos deverão receber a interpretação necessária para a finalidade que serão utilizadas (OLIVEIRA, 2018) para que a informação chegue de forma objetiva e limpa para o operador. Para obter isso uma central móvel pode ser viável, pois haveria uma centralização da informação de forma objetiva. Essa centralização com uso de câmeras fixas de vigilância já ocorre em outras instituições, sendo utilizada por algumas polícias do Brasil, e a Força Aérea Brasileira também as utilizou nas Olimpíadas no Rio de Janeiro em 2016.

1.1 PROBLEMA

O Exército Brasileiro atualmente já utiliza sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (SARP) como ferramenta, conforme o Manual de Campanha EB70-MC-10.214 – VETORES AÉREOS DA FORÇA TERRESTRE – e algumas instituições de segurança e a Força Aérea Brasileira utilizam viaturas urbanas como centrais móveis de vigilância eletrônica, conjugando câmeras com transmissão via sinal de rádio e sensores embarcados na própria viatura, o que torna as operações mais flexíveis e centralizam as informações, proporcionando uma melhor tomada de decisões.

Dessa forma, a proposição desta pesquisa é verificar a viabilidade de utilização de viaturas similares às supracitadas, porém com características mais rústicas, com o emprego de SARP alimentando sua central de informações para que haja uma “real capacidade de integração com um Sistema C2I, apoiando desta maneira o gerenciamento de ações em um determinado ambiente operacional, com o aumento da consciência situacional, pelo alto escalão em tempo real.” (Tecnologia e Defesa, 2018)

Nesse contexto, surge como problema a seguinte questão: como a utilização do SARP com uma base de C2 móvel pode incrementar as operações terrestres?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as condicionantes técnicas e operacionais para emprego de uma central móvel de vigilância eletrônica com a operação de SARP, com o objetivo de otimizar o comando e controle de uma operação, facilitando o processo decisório.

1.2.2 Objetivos Específicos

A fim de alcançar o resultado esperado, observando o objetivo geral, foram levantados objetivos específicos para conduzir de forma coerente à consecução do trabalho.

- a) apresentar a evolução do emprego de aeronaves remotamente pilotadas;
- b) analisar o uso de SARP por outras instituições brasileiras;
- c) analisar o uso de SARP por outras Forças Armadas;
- d) analisar o uso e a evolução de centrais móveis de comando e controle no Brasil e em outras Forças Armadas; e
- f) analisar se a viabilidade de integração dos equipamentos de comando e controle e SARP.

Após isso concluir se há ganho operacional e se o esforço aplicado para a utilização desse recurso é justificável tendo em vista o benefício que pode trazer.

1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

O poder aéreo e terrestre são instrumentos essenciais do Poder Militar de uma nação, que excede o disparar de armamentos em alvos ou a coleta de informações de inteligência. Tais instrumentos compreendem, por exemplo, auxílio a situações de calamidade pública, naturais ou induzidas, proteção à nação, além de integração e logística para diversos setores do país, constituindo-se de uma real ferramenta de dissuasão, assim o estudo tem os seguintes questionamentos:

- Qual a importância de se verificar se há emprego adequado das tecnologias de forma integrada, visando um maior ganho de autonomia no uso de SARP em proveito das operações militares e atuando também em bases móveis?
- No tocante a SARP, quanto maior a exposição a um cenário desconhecido e desestruturado, maior o risco de operação devido a eventuais obstáculos e/ou ameaças, assim, quais os condicionantes técnicos e operacionais para seu melhor desempenho?
- Qual foi a evolução do emprego de aeronaves remotamente pilotadas?
- Outras instituições brasileiras ou outras Forças Armadas utilizam SARP? Como os utilizam?

- Outras instituições brasileiras ou outras Forças Armadas utilizam centrais móveis de comando e controle?
- É viável integrar centrais móveis de comando e controle com SARP? Essa integração já ocorreu anteriormente? Se sim, quais foram os ganhos operacionais?

1.4 JUSTIFICATIVAS

Há pouco tempo atrás, os veículos aéreos não-tripulados tinham sua utilização quase que majoritariamente para fins militares, os quais eram utilizados em diversas missões e conflitos, assumindo uma importante posição entre os equipamentos militares de diversos países, conforme citado por Melo (2016).

Sendo assim, entende-se que a importância para utilização e uso de recursos eletrônicos para essa finalidade. Nesse contexto, faz-se necessária o conhecimento de conceitos e definições relacionados aos veículos terrestres não-tripulados, e aos sistemas remotamente pilotados e autônomos, tendo em vista que os mesmos, possuem um custo reduzido em comparação as diversas outras áreas bélicas, e o investimento pode ser um ganho assimétrico, com antecipação de informações, incluindo aumento de velocidade em relação a tomada de decisão, o que pode fazer a diferença em situações de conflito.

Diversas aplicações são possíveis para os meios aeroespaciais em países como o Brasil, dentre as quais se pode mencionar o monitoramento de áreas de interesse governamental. Veículos dotados de equipamentos de sensoriamento remoto, tais como câmeras, sensores e radares, são responsáveis pelo rastreamento minucioso de dados de inteligência e auxiliam na detecção de ameaças e na proteção do território.

1.5 METODOLOGIA

O presente trabalho tem como tema geral viabilizar a utilização de centrais móveis de vigilância eletrônica aliada ao uso de SARP para utilização em Comando e Controle em operações terrestres.

Visando delimitar o tema, o objeto formal de estudo do trabalho levantará a viabilidade de empregar viaturas de apoio ao comando e controle com o uso de câmeras e de SARP, considerando que nos manuais doutrinários tratam somente do uso dos meios separadamente.

O presente trabalho trata de um estudo bibliográfico, com análise das fontes de consulta, que será executada de forma exploratória e seletiva de material já existente, tanto nos manuais do Exército Brasileiro quanto em pesquisas e artigos publicados.

Para atingir a solução do problema, a investigação foi dividida em fases de pesquisa qualitativa: com o levantamento de literaturas, artigos científicos, coleta dos dados, crítica dos dados, leitura analítica e fichamento das fontes; e pesquisa exploratória: com entrevista, argumentação e discussão dos resultados.

1.5.1 Revisão de Literatura

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado material que busca o ganho da função comando e controle, pois é necessário no cenário atual “a garantia de um C2 ágil tanto para a vigilância quanto para a aplicação da força.” (SILVA, 2014, p.381), sendo direcionado o estudo para de aplicação de sensores eletrônicos, como câmeras e SARP.

A pesquisa foi delineada a partir da definição de termos e conceitos presente na Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA 100-40), bem como o Manual de Campanha EB70-MC-10.214 "Vetores Aéreos da Força Terrestre" do Exército Brasileiro. Como o viés dessa pesquisa é o emprego dessa tecnologia junto a viaturas de Comando e Controle, foi analisado também o MANUAL DE CAMPANHA EB20-MC-10.205 "COMANDO E CONTROLE". Após a conceituação que baseou a busca foi realizada uma pesquisa na web por meio das palavras chave: “VANT”, “Drone”, “SARP”, “Comando e Controle”, “Viatura de Comando e Controle”, em sítios eletrônicos, sendo utilizados somente os artigos e trabalhos em inglês e português.

Também foi utilizado como fonte de consulta os estudos recentes da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais - EsAO e Escola de Comando e Estado-Maior do Exército - ECEME, pois devido ao tema ainda ser incipiente, a aplicação dessa

tecnologia na doutrina do Exército Brasileiro ainda está em implementação e estudo, sendo muitas das práticas ainda em caráter experimental.

Outra fonte de consulta já publicada acerca do desenvolvimento do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteira (SISFRON), que visa controlar a fronteira do Brasil com outros países por meio de tecnologia cibernética, sendo parte do sistema o sensoriamento remoto para apoio à decisão.

a. Critério de inclusão:

- Estudos publicados em português ou inglês, relacionados ao emprego de câmeras, sensores e SARP para a função Comando e Controle;
- Artigos que apresentam inovações tecnológicas com a finalidade de otimizar a tomada de decisão; e
- Estudos qualitativos sobre SARP e gabinetes móveis de Comando e Controle; e
- Manuais das Forças Armadas que abordam a temática no emprego do Comando e Controle.

b. Critério de exclusão:

- Estudos que abordam apenas a questão técnica dos equipamentos eletrônicos; e
- Estudos que não estejam contextualizados com o emprego em crises ou emprego militar.

1.5.2 Coleta de Dados

Para o desenvolvimento deste trabalho foram entrevistados indivíduos que possuam conhecimento dos equipamentos estudados, e indivíduos que já tenham participado de crises ou situações que demandasse um gabinete de tomada de decisões.

1.5.2.1 Entrevista

Com o propósito de ampliar o conhecimento e observar experiência relevante de militares que já operaram equipamentos de comando e controle em Operações militares, foi realizada entrevista exploratória com os seguintes especialistas:

| Nome | Justificativa |
|---|--|
| 1º Ten INF RAÍ TRIPOLONE DA SILVA (FAB) | Militar capacitado na área de segurança eletrônica pela Força Aérea Brasileira, onde realizou o curso OSD 001(Implantação e Manutenção de Segurança Eletrônica). Fez parte da equipe de implantação e manutenção de segurança eletrônica do GSD-CO. Participou de missões com uso de central de vigilância eletrônica móvel e já utilizou drones para fins de segurança. |
| 1º SGT QSS SGS ANTONIO MARCOS PAES (FAB) | Militar capacitado na área de Segurança Eletrônica pela Força Aérea Brasileira, onde realizou e ministrou cursos de Implantação e Manutenção de Segurança Eletrônica. Possui 13 anos de experiência na área. Participou de diversas missões com o emprego de material de segurança eletrônica, sendo de maior vulto o acompanhamento das delegações da Copa do Mundo de 2014 em Curitiba, o acompanhamento das delegações das Olimpíadas de 2016 no Rio de Janeiro-RJ, Operação Regresso à Pátria Amada Brasil em 2020 em Anápolis-GO. |
| 3º SGT QSCON TEE MARCELO MONTEIRO (FAB) | Militar capacitado na área de Segurança Eletrônica pela Força Aérea Brasileira, |

| | |
|--|--|
| | <p>sendo instrutor nos cursos da área. Capacitado também na área de Tecnologia da Informação, possuindo graduação em Tecnologia em Eletrotécnica pela UTFPR, especialização em Gestão da Tecnologia da Informação pela Universidade Positivo, e Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Tecnologia nos Institutos LACTEC. Possui outras especializações não correlatas à área de pesquisa deste trabalho e diversos cursos na CISCO e DAHUA.</p> |
|--|--|

QUADRO 1 – Quadro de Especialistas entrevistados
Fonte: O autor

1.5.3 Delineamento da Pesquisa

O delineamento da pesquisa teve a seleção da bibliografia, coleta e crítica das informações pela leitura analítica e fichamento das fontes, realização de entrevistas com especialistas, compilação, argumentação e discussão dos resultados (NEVES, 2007).

A pesquisa teve uma abordagem qualitativa sendo realizada de forma dedutiva utilizando raciocínio lógico para chegar às conclusões, a partir de pesquisa literária.

Do ponto de vista dos objetivos, a investigação se dá por levantamento bibliográfico e entrevista, pois é utilizado o estudo de material publicado existente e também arguição com especialista nas áreas que correlacionadas.

1.5.3.1 Procedimentos para a revisão da literatura

Para a revisão literal foi utilizada como base os manuais do Exército Brasileiro que tratam sobre SARP e Comando e Controle, trabalhos de pesquisa publicados no Exército Brasileiro, bem como o material encontrado em outras Forças.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para chegar à resposta do problema proposto foi analisado inicialmente o material bibliográfico que trata acerca da conceituação de SARP e suas capacidades, tendo sido encontrado outros conceitos como Consciência Situacional, Inteligência e Comando e Controle, que serão aprofundados neste capítulo. Como a problemática deste trabalho trata do uso desse sistema de sensoriamento para incremento de uma base móvel de comando e controle, conceituada como centro de comando e controle móvel (CC2) no Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON), essa será também esmiuçada, bem como as suas formas de sensoriamento.

Em complemento à revisão bibliográfica foi realizada entrevista com especialistas da Força Aérea Brasileira que já operaram um sistema análogo a um CC2

2.1 SARP

O conceito de SARP pode ser encontrado no manual do Exército Brasileiro EB 20-MC-10.214, sendo definido como

“conjunto de meios necessários ao cumprimento de determinada tarefa com emprego de ARP, englobando, além da plataforma aérea, a carga paga (*payload*), a estação de controle de solo, o terminal de transmissão de dados, o terminal de enlace de dados, a infraestrutura de apoio e os recursos humanos.” Sendo a definição de ARP uma aeronave remotamente pilotada, que é um “veículo aéreo em que o piloto não está a bordo”. (BRASIL, 2014, p.2-3)

Esses sistemas são ferramentas de sensoriamento que possuem grandes capacidades e que podem otimizar uma operação militar, pois ampliam o alcance visual, além de serem de baixo custo e discretos, possuindo pouca assinatura. A possibilidade de emprego também é ampla, sendo capaz de operar com diversos sensores, a fim de obter informações mais complexas em comparação aos sentidos humanos, como atividades eletromagnéticas, ondas de calor, entre outras. Esses equipamentos são chamados de “cargas úteis” que são aptos as missões de imageamento; de guerra eletrônica; de retransmissão de comunicações; de

monitoramento QBRN; de levantamento e designação de alvos; monitoramento acústico do campo de batalha; e, ainda, podem atuar como plataforma de armas.

“Os SARP podem ser empregados pelos diferentes escalões da Força Terrestre, desde o Grupo de Combate (GC) até o Corpo de Exército (C Ex), permitindo aos comandos obter informações, selecionar e engajar objetivos e alvos terrestres fora da visada direta e em profundidade.” (BRASIL, 2014, p.4-3)

Seu emprego

“possibilita otimizar sobremaneira o processo de tomada de decisão e aumentar o nível de consciência situacional dos decisores, em todos os níveis” e “são utilizados tanto para complementar e reforçar o emprego de outros sistemas da F Ter, como para substituí-los em situações nas quais o risco ou o desgaste imposto às tripulações de sistemas tripulados seja demasiadamente alto ou inaceitável.” (BRASIL, 2014, p.4-2)

Um SARP é composto por 3 elementos e, sendo a aeronave remotamente pilotada (ARP), suas estações de pilotagem remota e o enlace de pilotagem (ICA 100-40). Outros componentes podem compor sua estrutura também.

Ainda segundo o Manual do Exército EB20-MC10.214, os componentes são:

Plataforma aérea (o ARP propriamente dito), carga paga ou útil, estação de controle de solo, terminal de transmissão de dados, terminal de enlace de dados, infraestrutura de apoio e recursos humanos. Sendo essa abordagem do Manual do Exército um complemento a da Instrução da Força Aérea Brasileira, detalhando cada componente citado neste último. (BRASIL, p.2)

Para este trabalho de pesquisa terá ênfase na estação de controle de solo e no terminal de transmissão de dados, pois são os elementos que atuarão com o Centro de Comando e Controle.

Os SARP também se dividem em categorias de 0 a 6, sendo a base de sua classificação o desempenho de cada SARP para cada nível de decisão. As categorias de 0 a 2 são voltadas ao nível tático, e são mais adequadas a este trabalho de pesquisa, pois as categorias acima demandam estruturas físicas de apoio superiores à desta pesquisa.

Atualmente o Exército Brasileiro utiliza o SARP HORUS FT 100, que se enquadra na categoria 2, possuindo como infraestrutura elementos que facilmente poderiam ser embarcados em uma viatura de apoio, sendo um notebook, dois

receptores, um joystick, uma bateria auxiliar e duas antenas, conforme a figura abaixo.

Figura 1 - Características estação solo HORUS FT 100

| | |
|---|--|
| a) 01 Notebook semirobustecido PANASONIC CF-54 |  |
| b) 01 Receptor de Vídeo | |
| c) 01 Receptor de dados de Telemetria | |
| d) 01 Joystick | |
| e) 01 Bateria Auxiliar LiPo (Autonomia de cerca de 6 voos de 45 min) | |
| f) 01 Antena de Vídeo | |
| g) 01 Antena TM-TC | |
| 01 Mastro com tripé | |

Fonte: Artigo da Companhia de Precusores Pára-Quedistas

O que deve ser analisado para o uso dessa tecnologia é o seu ganho operacional e sua concepção de emprego, e Brasil (2014) diz que o emprego dela aumenta a capacidade das tropas amigas reduzindo a incerteza e a contra inteligência inimiga, proporcionando maior liberdade de ação para as tropas amigas, elevando a precisão dos sistemas de armas e economizando meios.

As missões que esses sistemas podem cumprir são de inteligência, reconhecimento, vigilância, aquisição de alvos, comando e controle, guerra eletrônica, entre outras como observação aérea.

Por atender uma gama extensa de missões com um recurso relativamente de baixo custo e evitando exposição humana desnecessária essa ferramenta se torna uma grande aliada às operações terrestres.

2.2 CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

Considerando os efeitos desejado do uso dos meios oprônicos como os ARP, que proporcionam um aumento de consciência situacional, faz-se mister conceituar esse efeito.

Seu conceito tem origem na aviação civil, segundo Endsley(1998) define consciência situacional como “a percepção de elementos e eventos ambientais em relação ao tempo ou espaço, a compreensão de seu significado e a projeção de seu

status futuro.” Essa percepção se divide em três fases: percepção, entendimento e antecipação.

Segundo Endsley (1998) a Percepção refere-se à capacidade de um indivíduo perceber um novo perigo, ou seja, ver, ouvir ou sentir. O Entendimento refere-se à capacidade de reconhecer e entender algo como um risco e a Antecipação refere-se à capacidade de prever e apreciar com precisão as possíveis consequências negativas desse risco.

Segundo o Manual EB20-MC-10.207, a consciência situacional “garante a decisão adequada e oportuna em qualquer situação de emprego, permitindo que os comandantes possam se antecipar aos oponentes e decidir pelo emprego de meios na medida certa, no momento e local decisivos, proporcionalmente à ameaça” (BRASIL, 2015b, glossário).

Portanto os instrumentos que proporcionam o aumento dessa percepção são de grande valia para o comandante tomar uma decisão.

2.3 INTELIGÊNCIA MILITAR

O manual EB20-MF-10.107- Inteligência Militar Terrestre- define inteligência militar como “a busca permanente pela redução do grau de incerteza existente nos diversos ambientes operacionais” e diz que “para isso, é fundamental a análise e integração dos dados obtidos pelos diversos sensores” e “que a identificação das ameaças e oportunidades é o primeiro dos resultados que a IM deve fornecer aos comandantes”. Isso vai ao encontro da definição de consciência situacional, sendo o que deve ser buscado para a tomada de decisões.

2.4 COMANDO E CONTROLE

De acordo com o manual do Ministério da Defesa MD31-M-03 (2015) o Comando e Controle “trata-se do funcionamento de uma cadeia de comando e envolve três componentes imprescindíveis e interdependentes: a autoridade, o processo decisório e a estrutura”. Sendo assim entende-se que a autoridade é o elemento a frente da situação que possui o poder decisório, que para tal demanda de um processo e uma estrutura informacional para decidir.

2.5 CENTRO DE COMANDO E CONTROLE MÓVEL

A definição anterior serve como base deste conceito, pois um centro de C2 móvel corresponde “à infraestrutura elétrica, lógica e a de Tecnologia da informação” e consiste em “dispositivos embarcados em viaturas tipo baú fechados. Eles possuem os meios necessários para o estabelecimento de comunicações estratégicas e táticas com suas tropas no terreno e com os demais CC2 do sistema”. (LISBOA 2020)

Figura 2- Subsistema de Comando e Controle Móvel



Fonte: Escritório de Planejamento do Exército (EPEX)

2.6 CENTRAIS MÓVEIS DE C2 JÁ UTILIZADAS

Como base para esta pesquisa também foi realizada busca em equipamentos de C2 militares de outros países, e outras forças, sendo encontrado material com robustez militar e de uso urbano, sendo os 2 de grande importância para esta pesquisa, pois com ajustes técnicos podem ser utilizados em proveito da Força Terrestre.

Na Força Aérea Brasileira foi utilizada viatura de vigilância eletrônica em diversas missões, sendo seu uso principal nas Olimpíadas de 2016, onde foram deslocadas três Vans com câmera embarcada e com câmeras auxiliares que foram facilmente instaladas nas cercanias da área de interesse. A flexibilidade do sistema embarcado trouxe grande aumento na vigilância dos meios de auxílio à navegação bem como a segurança dos aeródromos vigiados. Sua estrutura contava com meios de vigilância e comunicação com os elementos decisores, bem como com sensores de alta resolução e capacidade de obtenção de imagens.

Figura 3 – Centrais Móveis de C2 da FAB



Fonte: Próprio autor, no CINDACTA II

Na pesquisa foi encontrado material similar em estrutura mais voltada ao terreno que necessita mais robustez e resistência, mas não foi possível obter maiores detalhes, somente o suficiente para levantar a possibilidade de adequação e integração para o uso da Força Terrestre Brasileira conforme a finalidade desta pesquisa.

2.6.1 Agrale Marruá AM20 VCC (Viatura Comando e Controle)

Essa viatura é a variação da AM20, desenvolvida para a artilharia antiaérea, que também possui a variação AM20GE, desenvolvida para a Guerra Eletrônica. Sobre o uso da tecnologia embarcada não há muita informação ostensiva, sendo encontradas informações somente sobre sua finalidade e características da viatura, como robustez, durabilidade e facilidade de manutenção (Defesanet, 2012).

Figura 4 - Agrale Marruá AM20 VCC



Fonte: Defesanet

2.6.2 Mobile Vehicle Surveillance System (MVSS) da GLOBALSAT

Consiste em viaturas com sensores embarcados que proporcionam aumento de consciência situacional, provendo imageamento em 360°.

Segundo sua ficha técnica, retirada no website <https://www.globalsat.tech/mvss.html> em 24 de julho de 2021 suas capacidades são:

- Cargas úteis de radar e câmeras visíveis / térmicas que variam de até 30 km (18,6 mi), com movimento direto de câmeras para trilhas de radar;
- Cargas úteis opcionais que cobrem até quatro bandas espectrais, incluindo bandas visíveis, infravermelho próximo (NIR), infravermelho de onda curta (SWIR) e infravermelho de onda média (MWIR);
- Opção para All-digital, Alta Definição 1080P / 720P para todos os canais de vídeo;
- Rastreamento de mais de 500 alvos ao mesmo tempo;
- Opções de designador de laser, telêmetro a laser, ponteiro laser e iluminador; e
- O sistema sem fio opcional fornece outras pessoas, veículos e sistemas C2 com rumo do alvo e coordenadas georreferenciadas, identificando a localização e a direção precisa do alvo.

Aplicações:

- Proteção de força;
- Vigilância de Fronteiras;

- Reconhecimento tático;
- Segurança de dutos;
- Segurança para celulares;
- Rastreamento de alvos;
- Vigilância de longo alcance.

Figura 5 – Centro De C2 móvel da GlobalSAT



Fonte: Globalsat

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE E COMPARAÇÃO DOS CONCEITOS APRESENTADOS

No capítulo anterior foram apresentados diversos conceitos que serão analisados de forma integrada para o desenvolvimento deste trabalho, sendo utilizado como base as capacidades do SARP e das bases móveis de C2.

Conforme a apresentação das capacidades de um SARP, que pode cumprir missões de inteligência, reconhecimento, vigilância, aquisição de alvos, comando e controle, guerra eletrônica, entre outras como observação aérea, podendo adquirir

informações, selecionar e engajar objetivos e alvos terrestres fora da visada direta e em profundidade, é possível verificar que seu uso, além de substituir o elemento humano, é possível aumentar a capacidade da tropa em proporções difíceis de mensurar, sendo assim um instrumento de grande importância.

As centrais de C2 móveis também são de grande importância para as operações, pois sua utilização possibilita flexibilizar e otimizar a comunicação da tropa, bem como dar suporte para os instrumentos tecnológicos complementares, como o SARP. As soluções de navegação autônoma não estão isentas de falhas ou interferências (BRAGA, 2018). Assim, tendo em vista que é mister assegurar-se a confiabilidade, a precisão e a robustez na navegação remota.

O intuito deste trabalho foi verificar a viabilidade da integração desses meios, e verificar como isso pode incrementar as operações, sendo assim, pela compatibilidade tecnológica, apesar de não haver as especificações técnicas mais específicas, que não são objetos de estudo desta pesquisa, é notável que a operação conjunta desses dois meios supracitados é viável, pois tratam de tecnologia semelhante, bem como de sensores similares, sendo assim seu emprego pode otimizar a capacidade de um SARP, que com uma base mais robusta em comparação a um elemento isolado, pode ter maior possibilidade de ressuprimento e sua comunicação otimizada, bem como uma central móvel de C2, teria seu imageamento mais dinâmico e rico de informações.

3.2 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

Após a conceituação dos instrumentos os quais a viabilidade de integração é estudada, foram realizadas entrevistas com militares que já utilizaram tecnologias semelhantes, a fim de colher seus pareceres, visando chegar à resposta deste trabalho de pesquisa, o qual tem como objetivo verificar como a aplicação de SARP com os meios de C2 integrados podem beneficiar as operações terrestres.

Para tal foi realizada entrevista com o 1º SGT PAES, que trabalhou na Seção de Segurança Eletrônica do CINDACTA II e já empregou o material em questão em missões pela Força Aérea Brasileira, em Curitiba, o 3º SGT Marcelo que também trabalhou neste setor, e do 1º Ten TRIPOLONE, que é especialista na área de Segurança Eletrônica e atuou em missões empregando o material estudado.

Segundo o Sargento Paes, que possui 13 anos de experiência na área, e atuou em pelo menos 3 missões de grande vulto com os materiais em questão, ainda que de forma experimental, a integração dos meios trouxe grande ganho na consciência situacional do evento, levando ao decisor do momento mais informações para embasar suas decisões, sendo de grande valia para o cumprimento da missão.

Outro ponto a se destacar em sua entrevista, foi sobre a utilização de uma câmera termal em outro evento, que ainda que não se trate de um SARP, há a possibilidade de uso de sensor similar em um visando o ganho de uma nova capacidade desse meio. Contudo, devido a sua natureza, tais técnicas podem apresentar alto custo computacional, sensibilidade a interferências de fatores ambientais, como nuvens e chuva, e ainda necessidades de correções radiométrias e geométricas diversas, ou seja, não há uma solução única (BRAGA, 2018)

Foi entrevistado também o Sargento Marcelo, que possui vasto conhecimento na área de Tecnologia e trabalha no setor de Segurança Eletrônica do CINDACTA II, em Curitiba-PR. Ele operou um Centro de C2 móvel, mas já operou drones e outros meios de imageamento em missões da Força Aérea Brasileira.

Na entrevista enfatizou que o uso do drone deve ser utilizado como complemento ao meios de solo, pois sua capacidade visa a transposição de barreiras físicas, e seus sensores devem ser utilizados de acordo com cada tipo de missão, mas que ainda assim são vulneráveis a diversos fatores, como o clima, distância entre o equipamento e o operador e a autonomia do equipamento. Assim, embora a pilotagem remota apresente muitas vantagens, a presença humana a bordo mostra-se de grande utilidade nos casos de falha de algum dos sistemas que integrem a arquitetura da aeronave, a destacar o sistema de comunicação com a estação de controle em solo ou o sistema de guiamento e controle.

Na entrevista com o 1º Ten Tripolone foi ressaltada a complementaridade dos meios móveis e estáticos, sendo o drone utilizado no acompanhamento de uma escolta, que trouxe grande ganho de percepção da evolução dos acontecimentos.

Como síntese das entrevistas, fica notório que o emprego integrado dos meios traz ganhos para as operações militares, e que não deve ser utilizado apenas como protocolo padrão, e sim visar as necessidades de cada missão, adequando os sensores para cada situação, seja com o emprego de câmeras termais, com sensor

Infravermelho, entre outros, ampliando assim desde o campo visual quanto complementando os sentidos humanos, ou seja, a capacidade de aprender, diminuindo o erro e otimizando ganhos, mas lhes faltam a capacidade de tomar decisões (SARHAN; HAFEZ, 2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A análise do referencial teórico é complementada com as entrevistas de indivíduos especialistas ou com experiência relevante, e nessa última foi possível verificar que possibilidade de emprego aventada na proposta deste trabalho é corroborada. Ainda que de forma incipiente, essa integração entre os meios já fora realizada em missões da FAB e o ganho operacional foi notável, pois houve aumento de consciência situacional para os elementos decisores em cada situação

Importante informar que nos últimos anos, diversos setores de todo o mundo têm empenhado grandes esforços e investimentos no sentido de implementar estes sistemas em suas atividades. As SARPs, que podem ser empregados nos mais diversos tipos de missões e aplicações operacionais (oferecem inúmeras vantagens que as tornam atraentes para muitos países. Por não exporem os pilotos a riscos diretos inerentes ao voo, autoridades que de outro modo poderiam evitar o engajamento passam a conduzir operações de maior risco.

Como exposto nas missões da Copa do Mundo em 2014, onde houve o uso integrado das tecnologias, é possível haver ganho de informações com o uso das imagens dos SARP alimentando uma C2 móvel, considerando que há grande lapso temporal daquele evento até o atual momento, a possibilidade de haver meios tecnológicos mais avançados e mais bem integrados é maior, o que proporcionaria uma velocidade nas decisões ainda maior. Sendo assim, se naquele momento essa aplicação já contribuiu para uma melhor tomada de decisão, bem como maior provimento de segurança para as operações, há de se considerar com maior valor a aplicação disso hoje, sendo uma possibilidade real e viável, e como tecnologia consolidada, possivelmente até com custos mais baixos.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, J. R. G. **Navegação autônoma de VANT por imagens LiDAR**. 307 p Tese (Doutorado) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2018. 35, 36, 37, 42, 49, 52, 53, 85
- BRASIL. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **Manual De Campanha Vetores Aéreos Da Força Terrestre**. EB70-MC-10.214. 2. Ed. Brasília, DF: COTER 2020.
- BRASIL. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **Manual De Campanha INTELIGÊNCIA**. EB70-MC-10.207. 1. Ed. Brasília, DF: EME 2015.
- BRASIL. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **Manual De Campanha COMANDO E CONTROLE**. EB20-MC-10.205. 1. Ed. Brasília, DF: EME 2015.
- BRASIL. Exército. **RPAS FT 100 – a mais nova ferramenta de atualização da consciência situacional em combate no Exército Brasileiro**. Companhia de Precursores Paraquedista, Rio de Janeiro, RJ, 2018
- BRASIL. Força Aérea Brasileira. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40/2015**.
- ENDSLEY, M. R. **Automation and situation awareness**. FAA. Human Factors Team. **The Interfaces Between Flight crews and Modern Flight Deck Systems**. 1998
- LISBOA, Igor Deodoro Sousa. **Sistema integrado de monitoramento de fronteiras (SISFRON): perspectivas para segurança na faixa de fronteira do Paraná**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020
- MARRUÁ, **Plataforma para Sistema de Artilharia Antiaérea de Última Geração**, 2012. Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/5148/MARRUA-Plataforma-para-Sistema-de-Artilharia-Antiaerea-de-Ultima-Geracao/>> Acesso em: 24/07/2021
- MELO, R. R. S. **Diretrizes para inspeção de segurança em canteiros de obra por meio de imageamento com veículo aéreo não tripulado (VANT)**. 2016. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.
- MQ-1B, Official United States Air Force Website, 2015. Disponível em: <<https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104469/mq-1b-predator/>>. Acesso em; 25/02/2021
- NEVES, Eduardo Borba; DOMINGUES, Clayton Amaral. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: Exército Brasileiro – Centro de Estudos de Pessoal, 2007.

OLIVEIRA, Rafael Lopes de. O emprego do SARP na inteligência militar, Doutrina Militar Terrestre, Brasília, v. 6, n. 16, p. 52-57, out./dez. 2018

RODRIGUES, Maria das Graças Villela. **Metodologia da pesquisa científica: elaboração de projetos, trabalhos acadêmicos e dissertações em Ciências Militares**. 3. ed. Rio de Janeiro: Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2006g.

SARHAN, A. A.; HAFEZ, A. UAV Brushless **DC motor Speed Control via Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems (ANFIS) and Self-Adaptive PID**. In: AIAA SCITECH 2019 FORUM. Proceedings [...]. Reston, Virginia: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2019. ISBN 978-1-62410-578-4. Disponível em: <<https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/6.2019-1563>>. 47, 59, 63, 64, 65

SILVA, Roger Pinesso da. O novo paradigma de comando e controle nas operações conjuntas: Um desafio à implementação do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), **Revista da Escola Naval de Guerra**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 381, jul./dez. 2014

TARANTOLA, Andrew, The Ryan Firebee: Grandfather to the Modern UAV. Gizmodo, 2013. Disponível em:<<https://gizmodo.com/the-ryan-firebee-grandfather-to-the-modern-uav-1155938222>>. Acesso em: 25 de fev. 2021

TECNOLOGIA E DEFESA, **Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) versus Drones**. [S.l.] [2018]. Disponível em:<<https://tecnodefesa.com.br/sistemas-de-aeronaves-remotamente-pilotadas-sarp-versus-drones/>> Acesso em: 25/02/2021

VIEIRA, Nathan, **Número de drones cadastrados no Brasil salta 55% em apenas um ano**. Canaltech, 2019. Disponível em:<<https://canaltech.com.br/drones/numero-de-drones-cadastrados-no-brasil-salta-55-em-apenas-um-ano-145177/#:~:text=J%C3%A1%20em%202019%2C%20o%20sistema,a%20marca%20de%2058.804%20registros>> Acesso em: 25/02/2021

APENDICE A

ENTREVISTA REALIZADA COM ESPECIALISTAS

Identificação:

1) Você possui conhecimento técnico na área de segurança eletrônica?

R:

2) Você já participou de missões com o uso de meios eletrônicos como meio de apoio(drone, cameras, etc)?

R:

3) Caso a resposta seja positiva para a pergunta anterior, quais meios?

R:

4) Já utilizou centrais móveis de vigilância eletrônica?

R:

5) Você conhece as capacidades dos drones?

R:

6) Já operou algum drone?

R:

7) Caso a resposta seja positiva para as questões anteriores, como você avalia o ganho na obtenção de imagens, para o apoio à decisão, de um drone em relação à central móvel de vigilância eletrônica?

R:

8) Como você avalia a relação custo x benefício de utilização de um drone com a central móvel em uma operação militar?

R:

9) De forma técnica, você acha viável essa integração?

R:

10) Caso possua experiências ou pareceres a compartilhar, utilize esse campo: