



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

Cap Com Francisco Bruno Ribeiro Vidal

**INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS
(SARP) AO SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DE ÁREA**

Rio de Janeiro

2021



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

Cap Com FRANCISCO BRUNO RIBEIRO VIDAL

**INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS
(SARP) AO SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DE ÁREA**

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

**Rio de Janeiro
2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo
Bibliotecário Márcio Finamor CRB7/6699

V648i

2021

Vidal, Francisco Bruno Ribeiro

Integração do sistema de aeronaves remotamente pilotadas (sarp) ao sistema de comunicações de área / Francisco Bruno Ribeiro Vidal. – 2021.

49 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciência Militares, com ênfase em Gestão Operacional) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2021.

1. SARP. 2. SCA. 3. C2. I. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais II. Título.



**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DECEX - DESMIL
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS
(EsAO/1919)**

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **Cap Com FRANCISCO BRUNO RIBEIRO VIDAL**

Título: **INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE
PILOTADAS (SARP) AO SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DE ÁREA.**

Trabalho Acadêmico, apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito parcial para a obtenção da especialização em Ciências Militares, com ênfase em Gestão Operacional, pós-graduação universitária lato sensu.

APROVADO EM _____ / _____ / _____ CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída
CARLOS ANDRÉ DOS SANTOS MEIRELLES DE ANDRADE- Maj Cmt Curso e Presidente da Comissão	
WAGNER DE FARIAS FIGUEIREDO- Cap 1º Membro	
ROGÉRIO GOMES BARBOSA JUNIOR - Cap 2º Membro e Orientador	

FRANCISCO BRUNO RIBEIRO VIDAL – Cap

Aluno

RESUMO

Popularmente conhecidos como “Drones” ou Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), o seu emprego vem crescendo ao longo dos anos, se transformando em um multiplicador do poder de combate, além de reduzir o risco de baixas em atividades perigosas. O Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) tem se consolidado como uma importante ferramenta para a obtenção e manutenção da consciência situacional, sendo largamente empregado em proveito da atividade de inteligência, guerra eletrônica até mesmo em operações ofensivas. Contudo, poucos estudos se dedicaram em analisar o emprego dos SARP nos Sistemas de Comunicação de Área. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo estudar as características dos SARP a fim de sugerir a sua inclusão no Manual de SCA. Para tanto, aborda conceitos relativos à utilização do SARP em operações militares bem como as características dos equipamentos, categorias, capacidades, e algumas condicionantes que afetam o seu planejamento. Com bases na bibliografia encontrada sobre o tema, os Manuais de vetores aéreos e de SCA do Exército Brasileiro, propõe-se o emprego de SARP de categoria 3 e superior para atuação complementar às comunicações servindo como plataforma de retransmissão e amplificadora de enlaces. Já os SARP de categoria 1 e 2 atuam em missões de Reconhecimentos de Terreno de Comunicações.

Palavras-chave: SARP, SCA, C2

ABSTRACT

Popularly known as “Drones” or Unmanned Aerial Vehicles (UAV), their use has grown over the years, becoming a multiplier of combat power, in addition to reducing the risk of casualties in dangerous activities. The Remotely Piloted Aircraft System (SARP) has been consolidated as an important tool for obtaining and maintaining situational awareness, being widely used for the benefit of intelligence activities, electronic warfare, even in offensive operations. However, few studies were dedicated to analyzing the use of SARPs in Area Communication Systems. In this context, the present work aimed to study the characteristics of SARPs in order to suggest their inclusion in the SCA Manual. Therefore, it addresses concepts related to the use of the SARP in military operations as well as the characteristics of equipment, categories, capabilities, and some constraints that affect its planning. Based on the bibliography found on the subject, the Air Vector and SCA Manuals of the Brazilian Army, the use of category 3 and higher SARP is proposed to complement communications, serving as a relay and link amplifier platform. Category 1 and 2 SARPs would act in Communications Field Recognition missions.

Keywords: SARP, SCA, C2

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quadro de Relações do C2 com as demais Funções de Combate....	22
Figura 2: Classificação e Categoria do SARP para F ter.....	29
Figura 3: ARP Hermes 450.....	34
Figura 4: ARP Gray Eagle.....	35
Figura 5: ARP Horus FT 100.....	38
Figura 6: Tabela de Características da ARP Horus FT 100.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:.....	40
Gráfico 2:.....	41
Gráfico 3:.....	41
Gráfico 4:.....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PROBLEMA	12
1.1.1	Antecedentes do Problema.....	12
1.1.2	Formulação do Problema.....	13
1.2	OBJETIVO	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos.....	14
1.3	QUESTÕES DE ESTUDOS	14
1.4	METODOLOGIA	15
1.4.1	Objeto Formal de Estudo	15
1.4.2	Amostra	15
1.4.3	Delineamento da Pesquisa.....	15
1.4.4	Revisão de Literatura	16
1.4.5	Procedimentos Metodológicos	16
1.4.6	Instrumentos.....	17
1.4.7	Análise dos dados	17
1.5	JUSTIFICATIVA.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DE ÁREA (SCA)	21
2.2	FUNÇÃO DE COMBATE COMANDO E CONTROLE	23
2.3	SISTAC	25
2.4	SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)	26
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1	TIPOS DE SARP E SUAS CARACTERÍSTICAS	34
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	44

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
APENDICE A	49

1 INTRODUÇÃO

Os impactos do avanço da tecnologia estão cada vez mais presentes no combate, em especial na estrutura de Comando e Controle (C2), que tem sua doutrina readaptada, ou transformada, a cada nova geração de Materiais de Emprego Militar (MEM) (ALBUQUERQUE, 2011). As transformações recentes dos cenários de emprego da Força Terrestre (F Ter) fizeram com que se buscassem cada vez mais opções para aprimorar a eficiência e a adaptabilidade aos novos ambientes operacionais. Um grande exemplo é a utilização do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), que além de diminuir as quantidades de baixas por não serem tripuladas, ainda podem contribuir com a Função de Combate Fogos ou C2 (BRASIL, 2015b e 2020a).

O manual de EB20-MC-10.214 – Vetores Aéreos da Força Terrestre aponta que:

As sociedades tornaram-se mais conscientes quanto ao custo da alternativa bélica na solução dos conflitos – tanto em vidas humanas, quanto em recursos de toda ordem. Nesse cenário, no qual se busca mitigar as baixas e obter a superioridade de informações no espaço de batalha, o emprego de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) multiplica o poder de combate terrestre, com efetividade, em momentos decisivos das operações, preservando as vidas dos seus operadores. (BRASIL, 2020a, p.4-1)

Visando a explorar a capacidade do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) e associar suas utilidades ao C2, esta pesquisa teve como objetivo propor a integração do SARP ao Sistema de Comunicações de Área (SCA), explorando as características, situações de emprego e experiências reais já vivenciadas, no nível de emprego tático, do SARP. Para tanto, considerou-se a definição de SCA contida no Manual de Campanha C 11-61 (BRASIL, 1995) e os princípios das Comunicações definidos no Manual EB70-MC-10.241 (BRASIL, 2018), para compará-los às possibilidades de atuação do SARP obedecendo a esses princípios.

O SCA é um sistema de concepção nodal, constituído por assinantes fixos e móveis, sendo dotado de transmissão automatizada, integrada e digitalizada. Essa concepção se caracteriza por uma malha de comunicações que desdobra no terreno um certo número de centros nodais, dotados de grande capacidade de comutação para assegurar o roteamento das comunicações (BRASIL, 1995, p.3-3).

Para esta pesquisa importa compreender como os SARP podem ser utilizados tanto para complementar e reforçar as capacidades dos Sistemas de Comunicações de Área da F Ter, como para atuar como substitutos de seus componentes em situações em que há risco, obstrução e hostilidade no local em que serão empregados elementos do SCA. No Manual de Vetores Aéreos de Forças terrestre, os SARP já são empregados em complementariedade a outros vetores aéreos (tripulados). Assim, pretende-se explorar as características e capacidades do SARP, podendo ou não atuar em toda Zona de Ação de uma Divisão de Exército (DE) ou de uma Força Terrestre Componente (FTC). Por esta razão, a partir da pesquisa documental e bibliográfica, serão consideradas as categorias de SARP já existentes e utilizadas no Brasil pelas Forças Armadas.

Um dos objetivos do trabalho é mapear as características dos SCA e comparar suas atuações às categorias dos SARP. A categoria do SARP, tal como orienta o manual EB20-MC-10.214 (BRASIL, 2020a), associa o elemento de emprego aos parâmetros de desempenho, tais como a própria massa do veículo, seu tamanho, formas de lançamento/recuperação, alcance e capacidade de carga etc. Cada categoria de SARP possui capacidades diferentes de geração de produtos, o que indica que em cada nível de planejamento e condução das operações um determinado tipo de SARP deverá ser acionado. Seguindo esta linha de orientação, a proposta desta pesquisa também consistiu em um levantamento analítico que abordou algumas categorias de SARP existentes e as sugestões de emprego em cada nível. Para construir essas sugestões, a pesquisa procurou não apenas fazer um levantamento das características a partir das bibliografias, mas também entrevistar os militares de comunicações sobre suas percepções a respeito do uso de SARP em missões da F Ter.

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes do Problema

É preciso considerar que uma pesquisa deste porte não possibilita uma inclusão imediata dos SARP nos manuais de SCA, a intenção analítica foi apenas lançar proposições para a inclusão dessa tecnologia e preencher parcialmente a lacuna existente nos estudos sobre a temática no contexto militar brasileiro. Visto a ausência desta tecnologia no Manual de Campanha C 11-61 (BRASIL, 1995), frente à diversidade de funcionalidades que os SARP apresentam e, principalmente, diante dos estudos sobre as experiências americanas e israelenses com o uso de SARP (CORDEIRO, 2005), algumas questões foram problematizadas para uma possível inclusão do SARP nos Manuais que abordem o SCA. Além disto, é preciso considerar que para o processo de planejamento, direção e controle do Comando e Controle (C2) os sistemas de comunicações necessitam produzir um grande fluxo de informações e redes.

1.1.2 **Formulação do Problema**

Assim podem ser formuladas as seguintes questões: Como pode ser realizada a integração entre o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) e o Sistema de Comunicações de Área (SCA) no cenário tático atual? Quais as necessidades que o SARP pode suprir ao C2 no nível Grande Comando Operativo (G Cmdo Op) ou Força Terrestre Componente (FTC)? Quais as suas limitações e a viabilidade deste emprego no cenário atual? Isto é, uma pesquisa sobre a inclusão do SARP nos manuais de comunicação deve analisar a pertinência do custo-benefício para essa integração e apreciar a regulamentação do espaço aéreo que estabelece limites éticos e de segurança ao uso dos SARP.

Para solucionar tais questionamentos, este trabalho tentou apresentar e analisar as principais funcionalidades do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), verificando e comparando com as características do Sistema de Comunicações de Área (SCA). Na última etapa deste trabalho, apresento as possíveis situações de emprego do SARP junto ao C2, analisando suas limitações, suas vantagens e viabilidade a partir de pesquisas sobre o emprego de tal tecnologia e dos relatos de experiências com o uso do SARP de militares comunicantes.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa teve como objetivo geral propor a integração do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) ao Sistema de Comunicações de Área (SCA), explorando as características, situações de emprego e experiências reais já vivenciadas, no nível de emprego tático, do SARP.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Pesquisar, analisando as principais funcionalidades, o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP);
- b) Pesquisar as características do Sistema de Comunicações de Área (SCA);
- c) Verificar as situações de emprego do SARP junto ao C2.

1.3 QUESTÕES DE ESTUDOS

Algumas questões de estudo são apresentadas a seguir com a finalidade de delinear as perguntas norteadoras da pesquisa:

- a. Quais os tipos de SARP já empregados pelo EB?
- b. Quais as características de classificação desses SARP?
- c. De que forma esses equipamentos são abordados nos manuais?
- d. Os SARP utilizados pelo EX atualmente possuem condições de suprir as necessidades do Comando e Controle?
- e. Como se estrutura e se constitui o Sistema de Comunicações de Área e em quais das suas lacunas os SARP poderiam ser inseridos?

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Objeto Formal de Estudo

O presente trabalho tem o foco propositivo em averiguar as reais possibilidades de exploração do uso dos SARP pelo Sistema de Comunicações de Área. O principal objeto de estudo são os SARP e suas características, suas vantagens e limitações que, ao serem comparadas às principais dificuldades enfrentadas em coleta de dados pelo C2 na Força Terrestre, sugere a sua inserção nos manuais de SCA.

1.4.2 Amostra

Em um primeiro momento a pesquisa se valeu do levantamento da literatura sobre o tema e em seguida a análise dessa bibliografia encontrada em banco de dados militares e civis em português e inglês. Para este trabalho considerou-se fundamental a análise de bibliografias encontradas de pesquisas realizadas sobre o uso dos SARP em operações de guerra de outros países, como Estados Unidos e Israel, por exemplo.

1.4.3 Delineamento da Pesquisa

A metodologia empregada teve caráter indutivo e dedutivo, onde as análises e interpretação dos dados foi orientada com base nos relatos dos entrevistados, mas também por um referencial teórico construído a partir de pesquisa bibliográfica sobre os SARP e também a partir dos documentos e manuais do exército que versam sobre o SCA.

Embora o trabalho tenha sua metodologia centralizada na análise bibliográfica, no segundo momento a pesquisa contou com a aplicação de um questionário com militares da arma de comunicações. As entrevistas foram realizadas com base no questionário estruturado, onde o militar pode responder

voluntariamente as perguntas, mas também relatar as experiências que considerou relevante para o complemento das informações sobre o funcionamento dos SARP.

A abordagem empregada é qualitativa e quantitativa, em que as respostas dos entrevistados foram quantificadas por meio da construção de uma média ponderada representada em gráficos. Os gráficos foram analisados por categorias temáticas, construindo relações entre as respostas empíricas dos militares com as definições informativas dos manuais e dos trabalhos científicos sobre os SARP.

1.4.4 Revisão de Literatura

A pesquisa está delineada com a definição de termos e conceitos baseando-se em uma revisão de bibliografias que consiste desde manuais, noticiários nacionais e internacionais até trabalhos publicados nas duas últimas décadas sobre o SARP.

Desde o atentado às Torres Gêmeas em 2000 nos EUA, esta nação vem investindo no emprego maciço de drones para empreender uma grande mobilização militar no Oriente Médio (TEIXEIRA, 2020). Assim, boa parte da pesquisa bibliográfica a ser empreendida neste trabalho está fundamentada no processo de evolução desta tecnologia nos EUA e, portanto, contextualizada nas suas formas de emprego militar. A proposta desta pesquisa foi mencionar também um comparativo entre as especificações do SARP nas experiências Americanas a partir dos trabalhos publicados com os manuais do exército brasileiro considerando a nossa realidade de combate.

1.4.5 Procedimentos Metodológicos

O procedimento de análise documental e revisão de literatura está delimitado às pesquisas realizadas em banco de teses e dissertações da ESAO e ECEME, ao site do COTER e de outros endereços eletrônicos das Forças Armadas. Foram observadas também materiais, em locais conceituados, sobre

o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas, pois não é uma tecnologia exclusivamente militar.

Os critérios de delimitações temáticas nas pesquisas bibliográficas são: estudos e materiais publicados em português ou inglês relacionados ao emprego do SARP, contendo vantagens e limitações; Estudos qualitativos sobre os Sistemas de Comunicações de Área e estudos sobre experiências nacionais e internacionais com o uso de SARP para as comunicações.

1.4.6 Instrumentos

As variáveis independentes elencadas são as características do SARP levantadas a partir dos estudos já realizados sobre tais equipamentos. Já as variáveis dependentes são a sua capacidade de contribuir com as células do SCA e o seu impacto como equipamento de comunicações, tendo sido analisado teoricamente a partir dos manuais e quantitativamente por meio dos questionários aplicados entre militares de comunicações.

1.4.7 Análise dos dados

Variável I: **SARP**

Nesta parte da pesquisa importa avaliar as características do SARP: a classificação em alta, média e baixa altitude; agilidade no processamento de informações e manutenção da transmissão delas; capacidade de sensores embarcadas, equipamentos e consumo de energia; capacidade de ser afetado por ondas eletromagnéticas; influência da qualidade do tempo e hostilidade do espaço.

Variável II: **Inclusão do SARP nos manuais de SCA**

A possível inserção do SARP no SCA é analisada em uma escala qualitativa comparando as suas características com a estruturação do SCA e avaliando as experiências de militares em diferentes formas de conhecimento sobre o SARP.

1.5 JUSTIFICATIVA

Foi durante a primeira Guerra Mundial que surgiram as primeiras experiências em combate com aeronaves não tripuladas, as chamadas VANT – Veículo Aéreo não Tripulado (TEXEIRA, 2020). Desde então pesquisas vêm sendo desenvolvidas para o uso dessas aeronaves não apenas no auxílio de pilotos em combate, mas também para o transporte de suprimentos, armamentos, sensores, coleta de dados sobre o inimigo e transmissões satelitais. VANT e SARP são denominações diferentes para uma mesma categoria tecnológica e, embora tenham sido desenvolvidos no início do século XX, sua real aplicação só aconteceu na década de 1950 pelo exército americano, sendo utilizado mais tarde na guerra do Vietnã para missões de reconhecimento e, posteriormente, permanecendo para captura de fotografias em missões de inteligência (CORDEIRO, 2005). Os VANT também tiveram sucesso no uso pelas Forças de defesa de Israel, pela França e Reino Unido, e durante a guerra do Golfo.

No Brasil, pouco se investe nessas aeronaves e não contamos com nenhum registro histórico do seu uso:

Atualmente no Brasil, existe uma pequena variedade de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (SARP), os quais não são equipados com tecnologia de ponta, pois cada área de atuação o emprega para atender suas necessidades. Isso se deve ao fato de que cada sensor necessário para cada tipo de missão tem um custo elevado, por esse motivo cada sistema deve ser equipado de maneira específica para não elevar o seu custo desnecessariamente. As Forças Armadas (FA), em particular o Exército Brasileiro (EB), poderiam ser equipadas com sistemas robustos, dotados de sensores avançados, autonomia e eficiência que atendam às suas prioridades (TEXEIRA, 2020, p. 3)

O SARP, no caso VANT para o Departamento de Defesa Americano, é classificado em quatro categorias: alcance aproximado (até 30 km), curto alcance (entre 150 a 300 km de limite), médio alcance (650 a 700 km) e duração ou resistência (superior a 700 km) (CORDEIRO, 2005).

O SARP possui uma estrutura modular, com diferentes possibilidades de *payload* (carga útil), “que compreende os equipamentos operacionais embarcados dedicados à missão, tais como optrônicos, rádios, armamento e outros” (BRASIL, 2014, p. 4-3). É preciso levar em consideração também a modularidade do SARP, um componente interessante para justificar a integração

do SARP ao SCA seria o Terminal de Enlace de Dados (TED), pois tal componente permite a transmissão de dados coletados, em tempo real, para o Comando, através do enlace realizado entre os elementos de emprego da F Ter e o Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC²FTer).

A pertinência deste trabalho se dá, justamente, pelo fato da concepção de emprego do SARP ao SCA apresentar vantagens aos Sistemas Táticos de Comunicações. O SARP possibilita, por exemplo, estruturar Centros de Comunicações e Comando imediatos, antes do estabelecimento de Nós de Acesso (NA) motorizados ou helitransportados tradicionais, tendo em vista que toda cabine de NA necessita de um tempo de instalação por vezes prolongado para completa implantação dos meios de radiofrequência (RF) ou instalação de cabos (BRASIL, 2020b). Com o SARP, seria possível prover um NA móvel em um vetor aéreo de *payload* voltado principalmente para RF.

Outra vantagem das experiências com SARP delineada em outras pesquisas é a capacidade de expandir as possibilidades dos Terminal de Acesso Rádio (TAR) em Operações para conquista de objetivos profundos além da Linha de Partida, como a Operação Ofensiva Envolvimento, ou para Operações de natureza dinâmica, como a Operação Defensiva Ação Retardadora (BRASIL, 2017). Ao estabelecer um Terminal de Acesso Rádio (TAR) em um SARP, aumenta-se a flexibilidade de movimento das tropas empenhadas nesses tipos de manobras.

O SARP também pode atuar em apoio à MAGE (Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica) visando a obtenção de dados a partir das emissões eletromagnéticas de interesse oriundas do oponente, o SARP funcionaria como um meio de captura de emissões eletromagnéticas devido a sua possibilidade de se aproximar do oponente e ainda estar em altura significativa, o que facilita a captura de RF frente a estações de MAGE que estão localizados no solo (BRASIL, 2019).

Pensando nesta proposta de inovação tecnológica nos manuais e doutrinas de emprego de diversos subsistemas táticos, o SARP pode ser visto como um componente móvel destes subsistemas que integre o SCA. Em caso de aplicações militares, a concepção de emprego do SARP pelo Exército Brasileiro (EB) se dá pelo aumento da capacidade operativa da Força de Combate. Por exemplo, “o SARP pode ser utilizado como plataforma de Guerra Eletrônica

(GE), por meio de dispositivos embarcados de Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE) [...]” (BRASIL, 2014); também já tem sido empregado no Exército com objetivo de localizar e reconhecer alvos utilizando o Horus FT 100, uma aeronave remotamente pilotada (ARP) de fabricação brasileira. Nesse contexto, o EB, por meio da GE, passou a ter mais uma opção de utilização do SARP (BRASIL, 1988).

Países como os Estados Unidos da América (EUA) e Israel, por exemplo utilizam o SARP para missões de vigilância terrestre e marítima de fronteiras (LIMA, *apud* Carta Capital, 2013). Outro exemplo, com demonstrado por Lima (2013), foi a utilização de drones (um tipo de aeronave remotamente pilotada - ARP) para captação de imagens pelo Batalhão Escola de Comunicações (BEsCom), durante os Jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio 2016, conforme descrito no Relatório de Comando e Controle (2016).

Poucos estudos (LIMA, 2013), TEXEIRA (2020) foram realizados sobre a viabilidade e eficácia dos SARP nas operações militares, sobretudo, nos usos em sistemas táticos de comunicações. Além disso, tais estudos apontam para uma lacuna existente em pesquisas, testes e experimentações doutrinárias, justamente pela ausência deste sistema nos manuais de comando e controle do exército brasileiro. Apesar da urgência de experimentos desta tecnologia, para avaliar suas vantagens este trabalho está focado na revisão de literatura e nas percepções de alguns militares, a fim de elencar aspectos importantes destes vetores aéreos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DE ÁREA (SCA)

O Exército estrutura o Sistema de Comunicações do Exército (SICOMEx) em Sistema Estratégico de Comunicações (SEC) e Sistema Tático de Comunicações (SISTAC). O SEC permite a ligação e integração com sistemas de comunicações do Ministério da Defesa e de outros Ministério, como o Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM). O Sistema Tático de Comunicações foi criado para prover os necessários meios de comunicações às tropas operacionais em missões de campanha ou adestramento. O SISTAC é o conjunto de meios de comunicações e informática destinados ao preparo e emprego de tropas, utilizando pessoal e material orgânicos (BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, SIPLEX, 2008). De acordo com Albuquerque (2011) “O SISTAC é o conjunto de meios de comunicações e informática pertencente às Unidades operacionais do Exército, voltado ao emprego de tropas. Está subdividido em SCA (Sistema de Comunicações de Área) e SCC (Sistema de Comunicações de Comando)” (p.141).

Um “Sistema de Comunicações”, de forma geral, é denominado assim por conta da junção de diferentes equipamentos de comunicações para melhor atender a demanda das operações. Juntamente com os sistemas de informática passa a compor o Sistema de Comando e Controle. Ao Sistema de Comunicações de Área (SCA), um desdobramento do SISTAC, acrescenta o estabelecimento de Centros Nodais com a possibilidade de atender regiões de maior concentração de unidades. Esses CN possuem equipamentos de comunicações, de acordo com a tecnologia disponível, que permitem o estabelecimento de ligações seguras na Zona de Ação (Z Aç) (BRASIL, 1997).

O Sistema de Comunicações de Área é constituído por células que tem por finalidade prover ligações automatizadas aos elementos orgânicos de uma Força Terrestre Componente. Ele estabelece uma estrutura que permite a comunicação entre postos de comando (PC) e a FTC para o exercício do C2. Normalmente são cabines móveis estabelecidas em plataformas motorizadas, podendo ser helitransportados. De acordo com o Manual de Ensino EB60-ME-12.303-Planejamento de Comunicações e Guerra Eletrônica o SCA possui vários

componentes: Centros Nodais (CN), cabines estabelecidas em plataformas motorizadas compostas pelos subsistemas de alimentação e comunicações que é formado pelos meios M Cn Rad ou M Cn Cb, Sistema de Criptografia, Sistema de Roteamento, Controle de Facilidades e Sistema de Interface Analógica e Digital; os Nós de Acesso (NA), que também possui a mesma funcionalidade, porém sua cabine está localizada no Posto de Comando de uma Brigada; o terceiro componente são os Repetidores que são equipamentos de constituição reduzida, podendo ser empregados para contornar obstáculos, aumentar o alcance ou regenerar a capacidade dos enlaces entre duas cabines, CN e NA, por exemplo; o quarto componente são os Equipamentos de Interface de Rede (EIR) que são aqueles que permitem a ligação do sistema de comunicações dos escalões subordinados empregando rádios digitais ou, equipamentos rádio que suportem modulações por chaveamento. Ainda como ligação de apoio, há o Sistema de Assinante Móvel (SAM).

O Controle do Sistema de Comunicações é composto pelos Sistemas Gerenciadores (SG), que são cabines dispostas no Posto de Comando Principal (PCP) e Posto de Comando Alternativo (PC Altn) do escalão considerado. Suas principais possibilidades são:

Hospedar os serviços de rede que oferecem os produtos de consciência situacional; b. assessorar o planejamento; c. coordenar ativamente a configuração e a reconfiguração do sistema, atuando responsivamente às falhas e panes do sistema, tendo em vista a continuidade das ligações e a resiliência sistêmica; d. monitorar a operação da rede; e. visualizar, em uma carta em formato digital, todas as cabines lançadas no terreno; e f. visualizar problemas nos enlaces e alterar, remotamente, as características técnicas (frequência e modulação), buscando a melhor taxa de transmissão com a Taxa de Erro de Bit (Bit Error Rate – BER) de 1/10000 (BRASIL, 2005, p. 3-3)

As definições contidas no manual acima referenciado serviram de suporte analítico para explicar as hipóteses do uso dos SARP no SCA. A hipótese é que o SARP possa atuar no apoio aos repetidores em casos de hostilidade no terreno. Assim, a proposta consistiu em sugerir que o SARP seja empreendido de forma genérica no SCA, estando lotado dentro dos Sistemas Gerenciadores subordinados ao Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica da Força Terrestre Componente (CCGEFTC), podendo ser acionado em caso de obstrução de enlace entre Centros Nodais, Repetidoras e Nós de Acesso.

2.2 FUNÇÃO DE COMBATE COMANDO E CONTROLE

A atividade de Comando e Controle (C²) é fundamental para as operações militares por envolver o processo de tomada de decisão e seus desdobramentos. Sua atividade envolve uma concepção com métodos, procedimentos e, sobretudo, a integração com as demais funções de combate. Para que isso ocorra, a doutrina considera importante a especialização de procedimentos que busque informações para o comando. De acordo com o Manual de Campanha EB20-MC-10.205, o C² “constitui-se no exercício da autoridade e da direção que um comandante tem sobre as forças sob o próprio comando, para o cumprimento da missão designada” (p. 1-2). É por meio da atividade de comando e controle que se viabiliza a coordenação de obtenção e tratamento das informações para a emissão de ordens.

O Manual de Campanha EB20-MC-10.205 – Comando e Controle – traz de forma clara essa integração e também é possível visualizar na Figura 1:

A função de combate C2 integra as demais funções de combate, aliada à liderança do comandante e a utilização das informações, constituindo os elementos de poder de combate terrestre. Essa integração é vital para que as atividades operativas sejam conduzidas conforme planejado, propiciando atingir o estado final desejado com maior exatidão (BRASIL, 2015, p. 3-7)

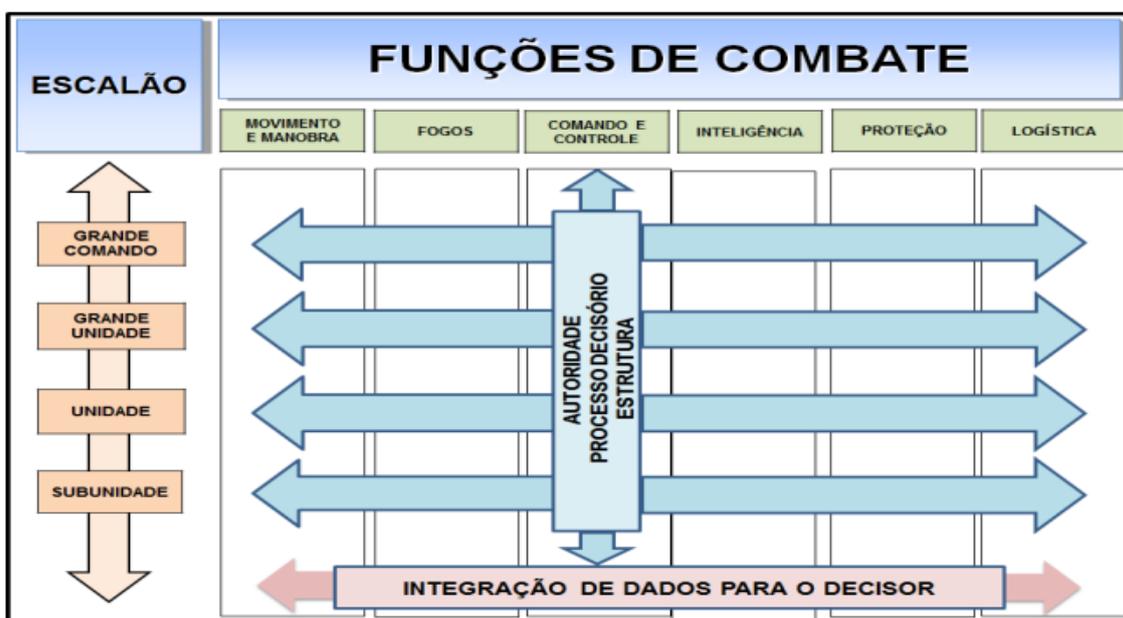


Figura 1: Relações do C² com as demais Funções de Combate

Fonte: BRASIL, 2015, p. 3-7.

O aumento das tecnologias e as mudanças nos conflitos modernos tornaram o processo decisório mais dependente dos Sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicações. O Sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicações “são os recursos de tecnologia da informação e comunicações (TIC) que integram os sistemas de C², proporcionando ferramentas por intermédio das quais as informações são coletadas, monitoradas, armazenadas, processadas, fundidas, disseminadas, apresentadas e protegidas” (BRASIL, 2015, p.1-3). Os sistemas de TIC disponibilizará um grande volume de informações aos diversos níveis de uma cadeia de comando, propiciando que comandantes de nível estratégico ou operacional possam ter acesso a informações táticas. Assim, a doutrina recomenda que os sistemas de TIC devam proporcionar rapidez no processo decisório de modo que os enlaces devem possibilitar o acesso rápido às informações.

Pensando nos princípios e funções do C², e na sua capacidade de integrar as funções de combate que esta pesquisa buscou analisar o SARP como um enlace possível dentro dos Sistemas de Informação e Comunicação. Com a constante evolução tecnológica, essa interação das funções de combate se estabelece com maior rapidez e precisão dos dados, já que uma influi sobre a outra no processo decisório. A proposta de incluir o SARP no manual de campanha para o emprego das comunicações foi pensada justamente por compreender que o sistema de comunicações é também quem possibilita ao comandante planejar, dirigir e controlar desde a paz estável até o conflito armado/guerra, no preparo ou no emprego, para que se atinja um determinado propósito.

Quanto ao uso do SARP para a obtenção de informações pelo C², atente-se para as considerações gerais do manual de forças aéreas do EB:

O emprego de SARP em operações terrestres está relacionado à capacidade que esses sistemas têm de permanecer em voo por longos períodos, particularmente, sobre áreas hostis, tanto sob o ponto de vista dos beligerantes quanto das condições ambientais. Essa capacidade permite aos comandantes – nos diversos níveis e escalões – obter informações, selecionar e engajar objetivos e alvos terrestres além da visada direta e em profundidade, no campo de batalha. (p. 4-1).

Os SARP permitem aos comandantes obter vantagens significativas sobre o oponente, sendo a principal delas a superioridade das informações. Dentre as típicas missões do SARP, a missão de comando e controle evidencia a sua capacidade de contribuir para obtenção de informações confiáveis, podendo atuar para o Sistema de Informação e Comunicação.

4.4.7.5.1 A Função de Combate Comando e Controle pode-se valer do emprego de SARP – particularmente os de categorias 3 e superiores – como plataformas de retransmissão de comunicações, o que permite ampliar o alcance da cobertura ou da precisão do sistema de C2 da F Op, particularmente em áreas críticas para a propagação das ondas eletromagnéticas.

4.4.7.5.2 Esse emprego é particularmente útil na manutenção dos enlaces de comunicações com pequenas frações, tropas aeroterrestres ou aeromóveis infiltradas em zonas vermelhas ou hostis, enquanto não houver outros meios de retransmissão, tais como satélites e até que se proceda a junção. (BRASIL, 2014, p. 4-10)

2.3 SISTAC

O SISTAC é o conjunto de meios de comunicações destinados ao preparo e emprego de tropas, utilizando pessoal e material orgânicos (BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, SIPLEX, 2008). O SISTAC pertence às Unidades operacionais do Exército, voltado ao emprego de tropas e está subdividido em SCA (Sistema de Comunicações de Área) e SCC (Sistema de Comunicações de Comando). Para isso, deve valer-se de uma diversa gama de equipamentos fixos ou móveis, sendo previstos enlaces físicos dos tipos mais variados, a serem empregados segundo a situação tática e condições do terreno especificamente presentes. Assim, os diversos subsistemas que constituem o SISTAC devem, em tese, ser capazes de estabelecer ligações tão diversas quanto via rádio (faixas de HF, VHF, UHF e micro-ondas), satélite, telefone, internet, fios etc. De acordo com Perez (2008), embora haja certa abrangência de especificações para o Sistema Tático de Comunicações, a maior parte dos equipamentos atualmente em uso no SISTAC encontra-se defasada, não atendendo mais às necessidades operacionais do Exército (PEREZ, 2008, p. 46). “O SISTAC, portanto, necessita de grande esforço de modernização e integração, para fins de interoperabilidade com o Sistema Estratégico de Comunicações (SEC) (ALBUQUERQUE, 2011). Neste sentido que este trabalho

buscou desenhar uma proposta de modernização a ser incluída nos Sistemas de Comunicações de Área.

2.4 SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)

O SARP, se utilizado de maneira adequada, levando-se em considerações características de um sistema de comunicações, como no caso sugerido por este trabalho, tanto otimiza o processo de tomada de decisão do comando quanto aumenta a liberdade de ação dos comandantes (BRASIL, 2020a).

Ao citar o Manual de Operações de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas do Exército dos Estados Unidos da América (EUA, 2006), no qual também evidencia a importância dos vetores aéreos, apoiando os comandantes na decisão e planejamento das operações no campo de batalha, Lima (2018) considera que o apoio ao poder de decisão é uma característica fundamental do SARP.

Sobre os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro, a Portaria do Departamento de Controle do Espaço Aéreo nº 415/DGCEA, regulou os procedimentos para a utilização das Aeronaves Remotamente Pilotadas em 9 de novembro de 2015.

A principal premissa básica é que uma Aeronave Remotamente Pilotada é uma aeronave e, por conseguinte, para voar no espaço aéreo sob responsabilidade do Brasil, deverá seguir as normas estabelecidas pelas autoridades competentes da aviação nacional. Outro ponto importante é que o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas deverá se adaptar às regras atuais, salvo legislações específicas ou autorizações especiais emitidas por autoridade aeronáutica competente. Assim sendo, não poderá gerar impactos negativos de segurança e de capacidade para o SISCEAB, devendo ser transparente para os órgãos ATS. Como a total integração do Sistema no espaço aéreo não segregado é um projeto em médio/longo prazo, a operação desta tecnologia estará sujeita à acomodação e limitada a áreas específicas ou condições especiais. (BRASIL, 2015, p.19/74)

Da mesma forma que no emprego de Aviação, a utilização dos SARP deve observar também as normas que regulam o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro, controle exercido por meio do DECEA (SANTOS FILHO e MALHADA JUNIOR, 2019). É preciso considerar não apenas os manuais do EB, mas

também as portarias que regulamentam os procedimentos e responsabilidades necessárias para o acesso seguro ao Espaço Aéreo Brasileiro pelos SARP, de modo a considerar as questões éticas institucionais, de segurança jurídica e material como sendo as variáveis que possibilitam ou limitam o uso dos SARP em Comunicações de Área. Em tempos de paz o uso desta tecnologia segue as regras específicas expedidas pela Autoridade Aeronáutica Brasileira (AEB). Segundo o manual de vetores aéreos de forças terrestres:

O emprego de SARP requer o mesmo tratamento dispensado a um sistema aéreo tripulado, particularmente no que concerne à segurança de voo. Tripulações remotas deverão atentar às limitações em perceber e detectar (*sense and avoid*, na terminologia adotada internacionalmente) tráfegos aéreos e outros riscos, tais como obstáculos do terreno, formações meteorológicas, entre outros, nas diversas situações do voo. (p. 4-2)

Os SARP são componentes essenciais para ampliar o alcance e a eficácia das operações terrestres, pois possibilitam à Força Terrestre antecipar-se perante as mudanças nas condicionantes de um ambiente operativo que se mantêm em constante evolução. Em um artigo sobre o uso do SARP em operações GLO na cidade do Rio de Janeiro, Lima e Lucchini (2018) apontam um levantamento sobre como as características do SARP podem aumentar a cobertura de busca de interceptação e posterior monitoramento dos emissores alvo. Os autores consideram que o SARP foi uma tecnologia imprescindível para a atividade de MAGE em Op GLO na cidade do Rio de Janeiro, contribuindo para a segurança dos operadores dos sensores de GE e aumentando o alcance de acesso dessas plataformas aéreas em áreas antes inacessíveis. O SARP possibilita que um aprofundamento da capacidade de obtenção de dados, aumenta a eficácia na contemplação desses dados coletados por outros sensores de plataformas terrestres e, principalmente, possibilita a continuidade do acesso aos dados em operações de mobilidade (BRASIL, 2009).

A utilização de veículos aéreos não tripulados permite o levantamento antecipado de informações de inteligência e a neutralização das defesas antiaéreas inimigas (TEXEIRA, 2020). A complexidade dessas missões em situações de conflito eleva o risco de perda ou abate das aeronaves e, neste caso, perder um SARP gera menos desgaste político do que a perda das vidas

dos combatentes. Uma função substancial do SARP em zonas de conflito é o fornecimento de imagens em tempo real que permite o reconhecimento de áreas e construções desconhecidas, busca de inimigos e segurança das tropas, possibilitando o comando tomar decisões mais assertivas (SMITH, 2019). Tal possibilidade de emprego será desenvolvida e explorada para funções de reconhecimento de terreno de Comunicações.

Teixeira (2020) ao realizar uma pesquisa sobre o uso do SARP em operações defensivas, entrevistou militares de artilharia que tiveram experiência com o equipamento durante missões. O autor destaca que o emprego de SARP, seja para neutralização ou reconhecimento de alvos estratégicos e operacionais, (postos de comando, estruturas logísticas, reservas, tropas blindadas e artilharia), elevaria a efetividade e o poder de combate de uma tropa, porém, para a efetividade do alcance de objetivos o SARP deve conter algumas ferramentas principais, tais como a existência de câmera de infravermelho (calor), medidas de proteção eletrônica (MPE) e armamento. De acordo com Teixeira (2020) o emprego do SARP possibilita ainda o aumento das iniciativas das forças defensivas, equilibrando o campo de batalha, já que normalmente as operações defensivas possuem um efetivo menor.

Para além do uso em operações defensivas, o SARP possui capacidades bem amplas que se ramificadas dentro das diversas operações e sistemas das forças terrestres possibilitaria maior integração entre funções de combate, evitaria desgastes políticos com a baixa de efetivos e proporcionaria mais precisão de informações e comunicação obtidas pelo C2. Embora haja poucos estudos sobre o seu uso no Brasil e pouco detalhamento de suas categorias e capacidades nos manuais operacionais. O Manual de Vetores aéreos em Forças Terrestres considera, de forma genérica, quais são capacidades dos SARP:

a) contribuir para a obtenção de informações confiáveis – de dia e à noite – observando o meio físico além do alcance visual; b) levantar ameaças em extensas áreas do terreno, cobrindo espaços vazios (não cobertos por F Spf), aumentando a proteção às unidades desdobradas e negando às forças oponentes a surpresa; c) permanecer em voo por longo período de tempo, permitindo monitorar em tempo real as mudanças no dispositivo, a natureza e os movimentos das forças oponentes; d) atuar sobre zonas hostis ou em missões aéreas consideradas de alto risco, ou que imponham acentuado desgaste às tripulações e às aeronaves tripuladas, preservando os recursos humanos e os meios de difícil reposição; d) atuar como plataforma de armas de alto desempenho, com maior capacidade de infiltrar-se em áreas sobre o controle das forças

oponentes; e e) realizar operações continuadas, de modo compatível com o elemento de emprego considerado. (p.4-8)

Em geral, um SARP é composto de três elementos essenciais: o módulo de voo, o módulo de controle em solo e o módulo de comando e controle. Inclui, ainda, a infraestrutura de apoio e os recursos humanos necessários a sua operação.(BRASIL, 2014) O módulo de voo é constituído por um vetor aéreo (aeronave propriamente dita), que pode incluir um número variável de ARP, visando a manter a continuidade das operações, bem como cobrir uma extensa área dentro do campo de batalha; e pela carga paga (payload), que compreende os equipamentos operacionais embarcados dedicados à missão, tais como optrônicos, rádios, armamento e outros (BRASIL, 2014). O módulo de controle em solo consiste na Estação de Controle de Solo (ECS), componente fixo ou móvel, que compreende os subsistemas de preparação e condução da missão, de controle da aeronave e de operação da carga paga (BRASIL, 2014). De acordo com BRASIL (2014) o módulo de comando e controle consiste em todos os equipamentos necessários para realizar os enlaces para os comandos de voo, para transmissão de dados da carga paga e para coordenação com os órgãos de Controle de Tráfego Aéreo (CTA) na jurisdição do espaço aéreo onde a ARP evolua.

Os SARP podem ser classificados sob vários parâmetros, pelo desempenho, pela massa (peso) do veículo, pela natureza das ligações utilizadas, pelos efeitos produzidos pela carga paga, as necessidades logísticas ou o escalão responsável pelo emprego do sistema. Contudo, o que o Manual de Vetores aéreos em Forças Terrestres aponta como importante para a definição de categorias dentro da F Ter é o nível do elemento de emprego.

Categoria	Nomenclatura Indústria	Atributos				Nível do Elemento de Emprego
		Altitude de operação	Modo de Operação	Raio de ação (km)	Autonomia (h)	
6	Alta altitude, grande autonomia, furtivo, para ataque	~ 60.000 ft (19.800m)	LOS/BLOS	5.550	> 40	MD/EMCFA ³
5	Alta altitude, grande autonomia	até ~ 60.000 ft (19.800m)	LOS/BLOS	5.550	> 40	
4	Média altitude, grande autonomia	até ~ 30.000 ft (9.000m)	LOS/BLOS	270 a 1.110	25 - 40	C Op
3	Baixa altitude, grande autonomia	até 18.000 ft (5.500m)	LOS	~270	20 - 25	F Op
2	Baixa altitude, grande autonomia	até 10.000 ft (3.300m)	LOS	~63	~15	GU/BiaBa/Rgt ²
1	Pequeno	até 5.000 ft (1.500m)	LOS	27	~2	U/Rgt ¹
0	Micro	até 3.000 ft (900m)	LOS	9	~1	Até SU

1. Orgânicos de Grande Unidade.
2. Atuando em proveito da F Op ou na vanguarda de GU.
3. No contexto da Estrutura Militar de Defesa.

Figura 2: Classificação e Categoria do SARP para F ter.
Fonte: BRASIL, 2014, p. 4-5.

A categoria associa o elemento de emprego aos parâmetros de desempenho, tais como a própria massa do veículo e seu tamanho, formas de lançamento/recuperação, alcance e capacidade para a carga paga, tudo com o objetivo de atender às demandas típicas de cada nível. Diferentes categorias podem cumprir a mesma missão, empregando, porém, métodos diferentes. Da mesma forma, determinadas circunstâncias das operações podem prescrever a utilização de mais de um sistema, concomitantemente, em uma mesma área. De acordo com o Manual de Vetores Aéreos em F Ter cada categoria de SARP possui capacidades diferentes de geração de produtos e efeitos onde suas características complementam umas às outra (BRASIL, 2014).

Os SARP de categoria 0 a 3 são empregados no nível tático, fornecendo informações em tempo real à tropa apoiada e proporcionando suporte contínuo nas áreas de interesse para o planejamento e condução das operações, onde devem ser integrados a outros sistemas e dispositivos de SARP de outras Forças em presença. Nos SARP das categorias 0 a 2, um mesmo equipamento pode desempenhar as funções de mais de um módulo, com a correspondente

simplificação da infraestrutura de apoio e de recursos humanos, mas continuará possuindo todas as funcionalidades de um sistema.

Verificando as normativas do Manual de Vetores Aéreos em F Ter que cita os SARP e analisando os estudos já realizados sobre tal tecnologia, nota-se que o SARP é percebido como uma ferramenta complementar aos outros sistemas que preenche lacunas nas operações, podendo atuar em diversas missões, tais como: Inteligência, Reconhecimento, Vigilância, Aquisição de Alvos, Guerra Eletrônica, Comando e Controle, Identificação, Localização e Designação de Alvos e Logística.

Sob outra ótica, Cordeiro (2005) analisou o uso de VANT em operações ofensivas e verifica o emprego do VANT na “marcha para o combate”, no “reconhecimento em força”, no “ataque coordenado” e “no aproveitamento do êxito e perseguição”. Este artigo é útil na análise bibliográfica deste trabalho por concluir que o VANT possui grande proveito na Guerra eletrônica de forma econômica e flexível, complementando os trabalhos das plataformas terrestres. Desta forma os VANT podem cooptar os sinais eletromagnéticos transmitidos pelo oponente que fogem do alcance das cabines terrestres e enviar os dados do inimigo aos analistas que poderão desencadear ações de interferência sobre as redes de rádio de C² (CORDEIRO, 2005).

No Exército Brasileiro, a primeira constatação de emprego de aeronaves remotamente pilotadas ocorreu com a publicação, em 1978, do Manual de Campanha C 6-121 A Busca de Alvos Artilharia de Campanha, onde estava prevista uma Seção de Reconhecimento por Veículo Não Tripulado para cada Bateria de Busca de Alvo (BiaBA) (BRASIL, 2018). Em 2004, o Brasil realizou projetos no âmbito do Ministério da Defesa, que teve seu ponto de partida na elaboração da Portaria Normativa nº 606/Ministério da Defesa - 11 de junho de 2004 – versando sobre a obtenção de VANT e definindo suas aplicações doutrinárias, aquisição, desenvolvimento e o planejamento de curto, médio e longo prazo (CORRÊA, 2014). A partir daí, o Estado-Maior do Exército (EME) publicou a Portaria nº 77/Res, de 30 novembro de 2009, aprovando as Condicionantes Doutrinárias e Operacionais (CONDOP) 02/2009 para o SARP de apoio ao combate (CORRÊA, 2014).

Atualmente estão em vigor a CONDOP 002-2014 - Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP); os Requisitos Operacionais Básicos nº 06/10, e

os Requisitos Técnicos Básicos - EB80-RT-76\009, 1ª Edição, 2014 do Sistema de Veículo Aéreo Não Tripulado Tático de Apoio ao Combate, Categoria I (VANT Catg I) (BRASIL, 2018). Em 2013, o Projeto Estratégico do Exército adquiriu da empresa Flight Technologies 02 (dois) SARP categoria I (HORUS).

Archambault e Veilleux-Lepage (2020) analisam o impacto geopolítico das aeronaves remotamente controladas e apontam que pequenos drones são fáceis de obter e empregar, são difíceis de detectar e podem interferir com o tráfego aéreo regulamentado legalmente, eles representam um desafio para os estados. Drones operados por atores não-estatais, portanto, podem simbolicamente minar a autoridade soberana do estado, independentemente da ameaça de segurança representada. Forças terroristas têm trabalhado com uso midiático dos drones, gerando preocupação entre nações e debates temáticos em pesquisas que avaliam as variadas capacidades dos VANT.

In this article, we have argued that ISIS' use of drones highlights the group's claim to effective control of territory and airspace, furthering its claim to 'seeing like a state',⁸² flying like a state and acting like a sovereign state. This article highlights the communicative value of drone imagery, and argues that the non-state use of drones entails a form of symbolic political contention which exceeds the violent potential of such weapons. The imagery of drones released in ISIS propaganda recalls several aspects of aerial sovereignty, notably through demonstrations of the de facto control of airspace. (ARCHAMBAULT E VEILLEUX-LEPAGE, 2020, p.972)

A maioria das pesquisas realizadas com investimentos das forças armadas internacionais para explorar as capacidades dos drones estão preocupadas com facilidade que eles possibilitam às forças inimigas de invadir um território ou cooptar imagens e informações. Em Londres, por exemplo, uma empresa de eletrônicos de defesa inglesa está promovendo um sistema de contra-drones de segurança de perímetro para derrotar veículos aéreos não tripulados (UAVs) que podem estar nessas missões terroristas ou de espionagem. O equipamento, lançado em 2015, tem por objetivo forçar os UAVs a pousar antes que possam causar danos. O denominado Falcon Shield foi projetado para detectar e comandar UAVs ameaçadores cujo sistema permite que seu operador detecte, localize, identifique e derrote a ameaça à segurança representada por drones baixos, lentos e pequenos, dizem funcionários da empresa (KELLER, 2015).

Nos Estados Unidos, as pesquisas sobre os VANT vêm se intensificando desde a década de 1990, sendo em 2011, lançado pela AeroVironment Inc. (NASDAQ: AVAV) o sistema de aeronave portátil não tripulada (UAS) Qube - que pode ser desempacotado, montado e pronto para voar em menos de cinco minutos (HOWARD, 2011). O Qube, equipado com câmeras de vídeo térmicas e de duas cores, pode transmitir vídeo ao vivo para o operador, auxiliando na avaliação de ameaças, consciência situacional, busca e resgate e segurança de perímetro. O veículo aéreo de decolagem e pouso vertical (VTOL) pode pairar por até 40 minutos, o que é quase o dobro da resistência de veículos aéreos não tripulados (UAVs) semelhantes. Atualmente o sistema já foi incorporado pelas Forças Armadas Americanas e pelas agências de segurança pública.

Embora esta pesquisa trate dos SARP em uso, exclusivamente, militar pelo exército brasileiro, considerou-se importante um breve levantamento dos trabalhos realizado também em instituições e universidades civis e em outras instituições de ensino militares (MB, FAB, PM) sobre o uso de aeronaves remotamente controladas em missões de paz da ONU (AGUIAR e SANTOS, 2018), em missões de segurança pública (BISPO, 2013) e missões de combate ao crime ambiental (OLIVEIRA, 2015) e resgate marítimo (NEVES, 2017). Além desses artigos, pesquisas realizadas sobre a eficiência técnica dos Drones serviram de suporte analítico (CAYRES, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TIPOS DE SARP E SUAS CARACTERÍSTICAS

A partir do referencial teórico levantado acima, algumas sugestões de inclusão dos SARP no SCA podem ser tecidas de forma analítica. Uma proposta que deve ser considerada é a atuação do SARP como apoio aos repetidores em situações de hostilidade no terreno. O SARP, neste caso, poderá proporcionar a comunicação entre duas cabines, servindo como transporte e apoio às repetidoras, contornando elevações artificiais, montanhas ou qualquer outra adversidade ao sinal. Sendo um veículo utilizado para a difusão de informações, o SARP estaria lotado dentro dos Sistemas Gerenciadores subordinados ao Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica da Força Terrestre Componente (CCGEFTC), podendo ser acionado em caso de obstrução de enlace entre Centros Nodais, Repetidoras e Nós de Acesso para reestabelecer a troca de informação entre Centros de Comunicações.

Assim há duas possibilidades a serem exploradas na atuação do SARP em apoio às repetidoras. Em situações de elevada altitude como regiões montanhosas onde as viaturas não conseguem chegar, o SARP pode atuar facilitando a mobilidade da tropa no processo de instalação das repetidoras nesses pontos altos de transmissão: a primeira possibilidade é o emprego do SARP no apoio logístico. Neste caso, uma aeronave mais robusta, com maior capacidade de transportar equipamentos faria mais sentido; a segunda possibilidade é o SARP sendo a própria repetidora de modo que estando embarcada na aeronave, a repetidora poderia sobrevoar os pontos mais altos do terreno e até mesmo pousar nesses pontos, deixando a repetidora inerte.

Os SARP das categorias 3 e superiores são os mais recomendados nessas missões de retransmissão de comunicação e de logística (transporte de suprimentos), justamente por se tratar de equipamentos com maior robustez e capacidade de suprimentos (rádios, combustível, geradores etc.). Nestas duas possibilidades elencadas, o SARP otimizará o tempo gasto com o desdobramento, diminuindo o uso de viaturas e a exposição da tropa a hostilidades no terreno.

A partir de um estudo sobre os tipos de SARP empregados em operações militares americanas, Jeronymo (2018) apresenta alguns modelos de SARP e suas características comparadas à tabela de classificação de ARP do Manual de Vetores Aéreos citada no tópico acima. Segundo Jeronymo (2018) o Hermes 450 e o Gray Eagle são exemplos de equipamentos enquadrados na categoria 3 da tabela de classificação do EB. O primeiro (Hermes 450) é fabricado pela Israelense Elbit Systems e projetado para longas missões táticas (JERONYMO, 2018). Este SARP tem uma autonomia de mais de 20 horas, com a missão primária de vigilância, reconhecimento, retransmissão de comunicações, podendo portar até 2 mísseis, ele pode voar distâncias de até 200 km do posto de comando e utilizando satélites para a navegação (JERONYMO, 2018). Já o Gray Eagle possui a capacidade de ser armado para missões de ataque com até 4 mísseis Hellfire II. Seu envelope de voo atinge uma altitude de 25,000 ft e pode permanecer voando por até 24 horas (JERONYMO, 2018). As Aeronaves Remotamente Pilotadas da categoria 4, 5 e 6, segundo o autor, são as que possuem o maior desempenho e as que conseguem cumprir um maior número de missões devido à sua performance e pela grande capacidade de autonomia e raio de ação, porém não foi possível encontrar exemplos.



Figura 3: ARP Hermes 450
Fonte Elbit Systems



Figura 4: ARP Gray Eagle
Fone: Ainonline

Já no Manual de Vetores Aéreos é possível identificar a possibilidade de atuação do SARP como plataforma de retransmissão amplificadora de enlaces. Segundo Brasil (2014), a Função de Combate Comando e Controle pode-se valer do emprego de SARP, particularmente os de categorias 3, como plataformas de retransmissão de comunicações, o que permite ampliar o alcance da cobertura ou da precisão do sistema de C2 da F Op (BRASIL, 2014).

Os SARP podem contribuir com a função C2, especialmente, apoiando a atividade de realizar a gestão do conhecimento e da informação, particularmente, na tarefa de colaborar com a consciência situacional, se tornando uma possibilidade integrativa ao Sistema de Comunicação de Comando (SCC). Assim, voltando às possibilidades lançadas para atuação complementar do SARP no Sistema de Comunicações de Área, é possível sugerir que os modelos descritos por Jeronymo (2018) da categoria 3 e superiores. Se adquiridos pelo exército brasileiro, esses equipamentos podem também ser utilizados como apoio logístico às repetidoras para fins de aumentar o alcance ou regenerar a capacidade dos enlaces entre duas cabines, CN e NA. Atuando de forma complementar dentro do SCA, os SARP de categoria 3 e superiores poderá ampliar a comunicação entre postos de comando (PC) e a FTC para o exercício do C2, servindo no apoio logístico para o transporte de equipamento para cabines móveis, tais como, CN, NA e os Repetidores. No caso da segunda possibilidade, em que o SARP poderá atuar embarcando a própria

repetidora, sobrevoando os pontos mais altos em movimentos repetitivos em um pequeno raio de ação, seria necessário um SARP das categorias 3 e superiores que possua asas rotativas.

Com relação ao consumo de energia, dependerá da complexidade do equipamento: quanto maior a altitude transitável e a quantidade de sensores embarcados no SARP maior o consumo de energia, com isso, aumenta a necessidade de transportar a fonte de energia, sejam elas, baterias ou geradores (GARCIA; VALAVANIS, 2007, p. 502).

Apesar das possibilidades elencadas, segundo Jeronymo (2018) os únicos Materiais de Emprego Militar (MEM) que foram adquiridos para esse fim no EB são os cinco sistemas HORUS FT 100, cada um composto de 02 (duas) aeronaves e 01 (uma) estação de controle. Ou seja, para inclusão desses tipos de SARP no manual de SCA serão necessários mais estudos que cataloguem os equipamentos. Será necessária também a elaboração mais detalhada da concepção do equipamento e de seus princípios de emprego na Doutrina militar; definir a estrutura organizacional das OM que possuem equipes que possam operar o SARP; criação de um programa de treinamento de operadores de SARP e, sobretudo, um levantamento de custos e de viabilidade.

Um aspecto bastante relevante nas operações com o SARP é a exigência de militares especializados e qualificados para operar esse tipo de sistema, pois quaisquer que sejam as capacidades tecnológicas agregadas no equipamento, ele poderá se tornar ineficiente ou ineficaz caso seja empregado incorretamente ou por pessoas não habilitadas para tal. (JEROYMO, 2019 *apud* BRASIL, 2014, p 4-6)

Uma terceira opção de inclusão do SARP no SCA, e possivelmente a mais concreta, pode ser desenvolvida nessas análises se considerarmos o sistema Horus FT 100 adquiridos pelo EB. É possível elencar alguns fatores que favorecem a utilização desse equipamento, o primeiro deles é a agilidade no processamento de informações obtidas para o Reconhecimento do Terreno para as Comunicações (Rec de Com), uma vez que o sistema pode ser capaz de transmitir os dados em tempo real, além da possibilidade de manutenção da continuidade da obtenção de mais informações (LONGHITANO, 2010 *apud* OLIVEIRA, 2015, p. 10).

Neste caso sugerido, o Horus FR 100 poderá atuar no reconhecimento aéreo do terreno nos casos em que não exista a presença de artilharia antiaérea inimiga. O Rec de Com possui inúmeros objetivos voltados para o estabelecimento de enlaces, como por exemplo instalação de antenas, estabelecimento de uma célula de comunicação etc. Para que isso ocorra de forma segura, o reconhecimento do terreno é feito por uma pequena guarnição específica que identifica obstruções no espaço, hostilidades naturais ou edificações urbanas. O SARP de categoria 2, sistema Horus FT 100 adquiridos pelo EB pode ser útil na captação de imagens atualizadas de alta resolução que possam identificar as características físicas e sociais do terreno, possibilidades de acesso, identificação de interferências no sinal ou possível emboscada inimiga, resguardando o trabalho da pequena guarnição. Nestes casos de Rec de Com, o SARP possibilitaria uma maior aproximação e exploração do terreno sem que haja deslocamento da tropa. Embora o equipamento em questão tenha sido adquirido pelo EB para este tipo de função, é possível expandir suas finalidades de reconhecimento de terreno e consciência situacional para estabelecimento de postos de comunicações.

As categorias 1 e 2 tem o seu emprego no nível tático, são, como referido por Jeronymo (2018), “capazes de cumprir tarefas de inteligência, reconhecimento, vigilância, aquisição de alvos (IRVA) e controle de danos, tudo com a finalidade de apoiar a consciência situacional” (p.15). De acordo com Corrêa (2014, apud GONZALEZ, 2013) os SARP dessas categorias são compostos por duas ou mais aeronaves de pequenas dimensões, estação de controle portátil, conjunto de itens de apoio à missão, *payload* eletro ótico /infravermelho/designador a laser, podendo, todo sistema, ser transportável em mochilas e operado por três militares.



Figura 5: ARP Horus FT 100
Fonte: Brasil, 2014, p 4-6

CARACTERÍSTICAS	
Peso	6,0 kg
Capacidade de carga	1,0 kg
Autonomia	1,5 h
Altura de voo	10.000 ft
Alcance (data link)	12 km
Envergadura	2,71 m

Figura 6: Características da ARP Horus FT 100
Fonte: Corrêa, 2014, p 49

Além do Horus FT 100, O ARP Shadow de categoria 2 e o RQ-7 Raven da categoria 1 podem ser utilizados em missões de reconhecimento de comunicações e, se adquiridos pelo EB, poderiam ser incluídos no Sistema de Comunicações de Área. O Shadow é utilizado pelo Exército Americano no nível Brigada ou inferior e serve, segundo Jeronimo (2018), para prover reconhecimento, vigilância, Aquisição de Alvos e controle de danos ao comandante. Já o Raven é um SARP portátil, utilizado pelo Exército dos Estados

Unidos para apoiar OM nível Unidades para baixo. “Esse sistema é concebido para tarefas de IRVA e pode ser controlado remotamente a partir da estação de controle do solo ou voar em missões completamente autônomas usando navegação por GPS” (JERONYMO, 2018, p. 18).

Recentemente, o EB publicou uma diretriz onde afirma que é desejável a obtenção do SARP categoria 2 e prevê uma expansão para a categoria 3 a partir de 2021. Conforme observado no trecho abaixo:

No Plano de Obtenção de Capacidades Materiais (PCM), Anexo “A” ao Plano Estratégico do Exército 2016-2019 (PEEx 2016- 2019), existe a previsão de obtenção do SARP Categoria 0 (zero) pelo EB, para fins de experimentação doutrinária, e de desenvolvimento do SARP Categoria 1 pelo Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT)/Centro Tecnológico do Exército (CTEx). O SARP de Categoria 2 não é citado nas observações, sendo desejável sua obtenção. O Ministério da Defesa coordenará a aquisição e/ou desenvolvimento dos SARP de Categoria 3. A partir de 2021, após estudos doutrinários conduzidos pelo COTER e mediante coordenação com o Ministério da Defesa, poderá ser ativado o Núcleo de Expansão dos SARP Categoria 3, caso esta Necessidade Operativa (NO) seja requerida pela F Ter (BRASIL, 2018c).

3.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

O questionário foi aplicado para uma amostra de 11 militares de diversas OM entre tenentes e capitães da arma de comunicações: 23 Cia Com SI; CIAvEx; Ccomgex; ESAO; Cia C2; Ciavex; CDCIBER; 4 Cia Com L Mth; 1 BGE; 12 cia com L; 1° B Log SI. É preciso reconhecer que a razão pela pouca quantidade de entrevistados está justamente no fato do SARP ainda não ser uma tecnologia recorrente em operações militares no Brasil para fins de emprego de comunicações. Deste modo, o questionário serviu como instrumento de mensuração do nível de conhecimento dos militares sobre os SARP.

Nota-se que mais de 60% possui conhecimento mais aprofundado a respeito dos SARP, como apresentado no Gráfico 1 a seguir:

O Senhor já leu livros, artigos ou notícias sobre o uso dessa tecnologia em forças armadas exteriores?

11 respostas

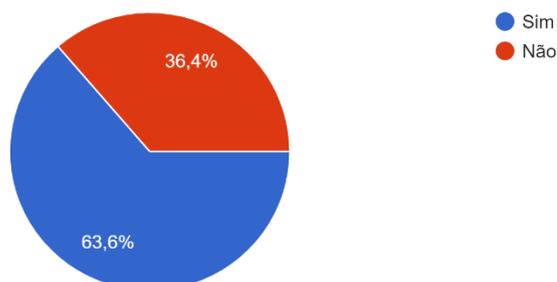


Gráfico 1: Conhecimento sobre o SARP

Fonte: Autor

De um modo geral o conhecimento sobre o SARP está relacionado às palestras ministradas pelo EB e notícias de jornais, artigos de revistas e sites militares sobre o emprego do SARP em contexto de guerra, como por exemplo, a guerra Armênia-Azerbaijão e pelos EUA no Afeganistão e Iraque.

Dos militares que afirmaram conhecer ou ouvir falar sobre o SARP, os modelos mencionados são: o Carcará, modelo empregado pelas forças armadas brasileiras; General Atonic Avenger (predator C); Boeing Phantom Ray; CAIC 1 Anjiam (Dark Sword); Dji tello; Dji mavic. É preciso destacar que o conhecimento desses militares sobre os SARP mencionados é estritamente teórico, especificamente superficial, pois 100% dos entrevistados nunca trabalharam ou possuem alguma experiência prática com nenhum desses equipamentos. Contudo, alguns desses militares conhecem ou presenciaram um SARP sendo empregado em operações, as mais citadas são: Jogos Olímpicos de 2016 e intervenção na favela da Maré. Além dessas, a operação Samaúma e os testes realizados pelo CTEX também foram citados.

De um modo geral, todos consideram o SARP uma tecnologia relevante para o Sistema de Comunicações e merece ser incluída no Manual de SCA.

O Senhor considera o SARP como uma tecnologia possível e relevante para o Sistema de Comunicações

11 respostas

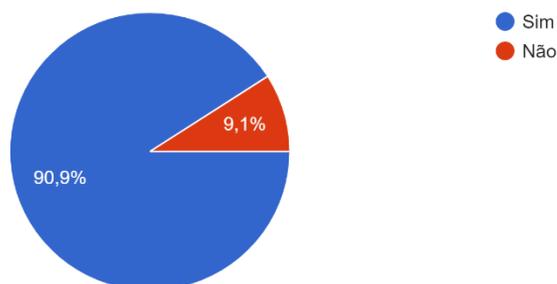


Gráfico 2: Percepção sobre a inclusão do SARP no Manual de SCA
Fonte: autor

Quanto aos usos dos SARP, 90% das escolhas foram para o uso do SARP como receptor de radar em atividades Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE). Foi dada a possibilidade de o entrevistado assinalar mais de uma opção que considerasse compatível para atuação do SARP. Vejamos no gráfico a escala de sugestões:

Considerando as suas experiências com SARP, quais recursos abaixo o senhor destacaria como interessante no uso do SARP.?

10 respostas

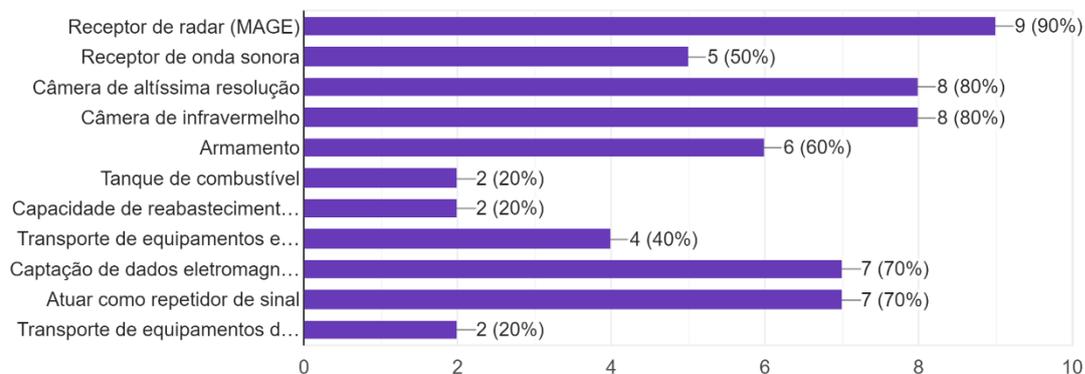


Gráfico 3: Opções de uso do SARP
Fonte: autor

Como vimos no gráfico acima, depois do uso do SARP como receptor de radar, a opção mais escolhida foi o SARP como coletor de imagens por meio de câmeras de alta resolução ou infravermelho. A terceira opção mais escolhida foi a atuação do SARP como repetidos de sinal. Se considerarmos as proposições cotejadas no tópico acima através da revisão de literatura e as respostas dos entrevistados, é possível enfatizar que tais opções servem como justificativa para uma inclusão de alguns tipos de SARP no manual de SCA. A opção transporte de equipamento de rádios, também analisada na revisão de teórica, foi a menos escolhida, certamente por demandar SARP de alta categoria (3 e 4), não adquiridos pelas forças armadas brasileiras, conseqüentemente seu alto custo.

A respeito das sugestões dos entrevistados:

O Senhor teria alguma sugestão ou discordância a respeito da inclusão dessa tecnologia no Manual de SCA ?

7 respostas



Gráfico 4: Percepção dos entrevistados

Fonte: autor

Os militares entrevistados afirmam a necessidade de inclusão do SARP nos Manuais de SCA e a sua ampla utilização pelo EB. Contudo ponderam sobre a necessidade de considerar os custos dos investimentos nesses equipamentos, principalmente porque a aquisição dos mesmos inclui compras de SARP de categorias 3 e 4 e também a capacitação ampla de pessoal para o seu manuseio.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A sequência de argumentos apresentados contribuem para futuro emprego dos SARP nos Manuais de SCA. A pesquisa procurou fazer um levantamento dos tipos de SARP, as características e as possibilidades de emprego em cada contexto situacional. Vimos que o Manual de Vetores Aéreo (Brasil, 2014) classifica o SARP em 6 categorias de acordo com a sua capacidade e tamanho.

Elencamos algumas possibilidades de atuação do SARP nas Comunicações de Área, em reusumo a tecnologia poderia atuar no apoio aos repetidores em casos de hostilidade no terreno. O SARP pode ser empreendido de forma genérica no SCA, estando lotado dentro dos Sistemas Gerenciadores subordinados ao Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica da Força Terrestre Componente (CCGEFTC), podendo ser acionado em caso de obstrução de enlace entre Centros Nodais, Repetidoras e Nós de Acesso. A primeira delas é o emprego do SARP como apoio logístico, tranportando equipamentos de rádio em locais hostis. Neste caso, as categorias 3 e superiores seriam as mais recomendadas devido a robustez e capacidade de embarcar material. Porém, tal sugestão torna-se inviável nos tempos atuais, já que o EB possui apenas equipamentos de categoria 1 e 2. A segunda hipótese projetada, mas também desafiadora, é atuação do SARP como repetidora, necessitando também dos SARP de categorias 3 e superiores pelas mesmas razões de capacidade de transporte.

A terceira e mais concreta possibilidade é o uso do SARP Horus FT 100 já adquirido pelo EB para o Reconhecimento de Terreno para as Comunicações (Rec de Com). O SARP de categoria 2, sistema Horus FT 100 adquiridos pelo EB pode ser útil na captação de imagens atualizadas de alta resolução que possam identificar as características físicas e sociais do terreno, possibilidades de acesso, identificação de interferências no sinal ou possível emboscada inimiga, resguardando o trabalho da pequena guarnição.

Por fim, após explorar as possibilidades de atuação do SARP nas comunicações de área a partir de análises bibliográficas de diferentes pesquisas realizadas sobre SARP, a pesquisa fez uso de questionários para compreender o nível de contato dos militares de comunicações do EB com esse tipo de tecnologia. E concluiu-se que, apesar dos entrevistados considerarem a

importância da inserção do SARP no Manual de SCA e concordarem com as possibilidades em destaque, para a efetiva inclusão do SARP seria preciso um investimento na doutrina, na preparação da tropa e aumento das experiências desses militares em operações que fazem uso do SARP. O conhecimento dos militares entrevistados limita-se às palestras e notícias.

FRANCISCO BRUNO RIBEIRO VIDAL

Capitão de Comunicações

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Sérgio Luiz Cruz; SANTOS, Jéssica Tauane. **O uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) na operação de paz da ONU na República Democrática do Congo**. Revista Conjuntura Austral, Poto Alegre, v.9, n.47, p. 46-61, jul./set. 2018. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ConjunturaAustral/article/view/82832/49896>>. Acesso em: 10 de abril 2019.

ALBUQUERQUE, R. F. **Paradigma Tecnológico para o Emprego das Comunicações da Navegação Fluvial Militar na Amazônia**. Tese (Doutorado em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2011.

ARCHAMBAULT, Emil; VEILLEUX-LEPAGE, Yannick. **Drone imagery in Islamic State propaganda: flying like a state**. International Affairs. Volume 96, Issue 4, 2020, Pages 955–973.

BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior do Exército. **C 11-61: Comunicações na Divisão de Exército**. Brasília, 1995.

BRASIL. Exército. Estado-Maior. **C 11-1: Emprego das Comunicações**. 2. ed. Brasília, DF, 1997.

_____. **EB20-MC-10.205: Comando e Controle**. 1. ed. Brasília, 2015a.

_____. **EB20-MC-10.206: Fogos**. 1. ed. Brasília, 2015b.

_____. **EB70-MC-10.223: Operações**. 5. ed. Brasília, 2017.

_____. **EB70-MC-10.241: As Comunicações na Força Terrestre**. Brasília, 2018.

_____. **Comando de Operações Terrestres**. Parecer Doutrinário 01. Brasília, 2018.

_____. **PORTARIA Nº 221-EME, DE 3 DE OUTUBRO 2018**. Aprova a Diretriz para a Continuidade da Implantação dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas no Exército Brasileiro (EB20-D-03.014). Brasília, 18c

_____. **EB70-MC-10.201: A Guerra Eletrônica na Força Terrestre** 1. ed. Brasília, 2019

_____. **EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos da Força Terrestre**, 2. ed. Brasília, 2020a.

_____. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. ICA 100-40: **Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro**. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

BRASIL. Exército. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **EB60-E-12.303: Planejamento de Comunicações e Guerra Eletrônica**. 1. ed. Brasília, 2020b.

BISPO, Christiano Carvalho. **A utilização do veículo aéreo não tripulado nas atividades de segurança pública em Minas Gerais**. 145 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Segurança Pública) – Academia de Polícia Militar de Minas Gerais e Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2013.

CAYRES, Flávia. **Controle mais eficiente para Veículos Aéreos Não Tripulados**, USP Online Destaque, São Paulo, jun. 2013. Disponível em: <<https://www5.usp.br/28375/control-mais-eficiente-para-veiculos-aereos-nao-tripulados/>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

CORDEIRO, Sandro Silva. **O emprego do VANT como plataforma aérea de GE nas operações ofensivas**. Revista Liderança Militar. 2005. Disponível em: <http://www.esao.ensino.eb.br/giro_do_horizonte/Lid_mil/1sem_2005/Artigo_10.pdf> Acesso em: 04 de novembro de 2017.

CORRÊA, Jorge Luís Viana. **O Emprego do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) e suas implicações nas Operações de Garantia da Lei e da Ordem**. 2014.108 f Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2014.

ESTADOS UNIDOS. Department of Army. **FMI 3-04.155: Army Unmanned Aircraft System Operations**. Washington, DC, 2006.

JERONYMO, Eduardo. J. **O EMPREGO DO SARP EM OPERAÇÕES MILITARES – CAPACIDADES**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares). Curso de Comando e Estado-Maior (ECEME): Rio de Janeiro, 2018.

KELLER, John. **O sistema de contra-drones de segurança de perímetro oferece a capacidade de detectar e comandar UAVs invasores**. Military e Aerospace Electronies, Londres, 16 de setembro de 2015.

HOWARD, Courtney, E. **AeroVironment apresenta o sistema de aeronaves pequenas não tripuladas Qube, revela o programa de teste e avaliação para aplicações de segurança pública**. Military e Aerospace Electronies. Califórnia, 28 de outubro de 2011.

LIMA, Ivo Leandro Botelho. **A utilização do sistema de aeronave remotamente pilotada para as atividades para as atividades de MAGE nas operações de GLO no Rio de Janeiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Ciências Militares com ênfase na em Gestão Operacional, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2018.

OLIVEIRA, Adonias Silva de. **Drones no monitoramento de incêndio Florestal**. 23 f. Artigo Científico (Curso de Formação de Oficiais e obtenção de título de Aspirante a Oficial) – Academia de Bombeiros Militares de Goiás, Goiânia, 2015.

SANTOS FILHO, Édio Monteiro dos; MALHADA JÚNIOR, Cézar Flores. **As implicações legais do emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas no Exército Brasileiro: legislação relativa ao seu acesso seguro ao espaço aéreo** brasileiro. Brasil, 2008. Disponível em: <<http://www.bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/3579/1/Cap%20c3%89dio%20Monteiro.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2019.

SOUSA, Marcelo Nogueira de. **Uso de Veículos Aéreos Não Tripulados no Sistema Tático de Guerra Eletrônica (SITAGE)**. Centro de Instrução de Guerra Eletrônica (CIGE), Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.ccomgex.eb.mil.br/cige/sent_colina/7_edicao_agosto_08/Artigos%20Revista%20Edicao%207/JA%20FEITO/Artigo_Maj%20Nogueira_uav_corrigido3.pdf> Acesso em: 04 de nov. 2017.

SMITH, Stewart. **Military and Civilian Drone Use (UAV, UAS): The Future of Unmanned Aerial Vehicles**. The balance careers, Estados Unidos da América, jun. 2019. Disponível em: <<https://www.thebalancecareers.com/military-and-civilian-drone-use-4121099>>. Acesso em: 17 jul 2019.

VALAVANIS, Kimon P; et al. (Ed.). **Advances in Unmanned Aerial Vehicles: State of the Art and the Road to Autonomy**. Tampa: Springer, 2007. 552 p. (International Series on Intelligent Systems, Control, and Automation: Science and Engineering, v. 33).

TEXEIRA. FRIEDRICH LAWRENTZ STREHLAU CENTURION. **UTILIZAÇÃO DE SARP NAS OPERAÇÕES TERRESTRES - APLICABILIDADE DE SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE TRIPULADAS (SARP) NOS DIVERSOS TIPOS DE OPERAÇÕES: O EMPREGO DO SARP NA OPERAÇÃO DEFENSIVA DE DEFESA DE ÁREA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) Ciências Militares com ênfase em Gestão Operacional, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2020.

APENDICE A

Questionário

O presente instrumento de coleta de dados é parte integrante da pesquisa intitulada “INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP) AO SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DE ÁREA” desenvolvida como requisito para conclusão do Curso de Especialização em Ciências Militares da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (ESAO). A pesquisa tem por objetivo propor a integração do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) ao Sistema de Comunicações de Área (SCA) e para isso pretende explorar as características da tecnologia e analisar as situações de emprego e experiências reais já vivenciadas, no nível de emprego tático. A fim de compreender as experiências das comunicações do EB em operações em que houve o emprego do SARP, foram selecionados alguns militares da área de comunicações que trabalharam com o SARP em OM ou em missões dentro do país.

A fim de conhecer as necessidades operacionais dos militares, o senhor foi selecionado para responder às perguntas deste questionário. Solicito-vos a gentileza de respondê-lo o mais completamente possível. A experiência profissional do senhor irá contribuir sobremaneira para a pesquisa, colaborando nos estudos referentes ao desenvolvimento e à distribuição de materiais de emprego militar que aumentem a eficiência do EB. Será muito importante, ainda, que o senhor complemente, quando assim o desejar, suas opiniões a respeito do tema e do problema e poderá acompanhar o andamento da pesquisa e fazer perguntas referente à mesma. Para participar da pesquisa, você não precisará sair do seu local de trabalho e não terá nenhum ônus financeiro, pois, todo este processo ocorrerá de forma remota, respeitando a sua disponibilidade de tempo, com envio do questionário e prazos previamente acordado entre as partes.

Serão tomadas todas as providências e cautelas necessárias para minimizar possíveis desconfortos e riscos à integridade física, moral e profissional do participante da pesquisa. O Senhor tem a garantia de que sua identidade será mantida, caso você não queira ter seu nome divulgado, o sigilo será mantido e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados deste estudo, seu nome só será citado com a sua autorização.

Desde já agradeço a colaboração e coloco-me à disposição para esclarecimentos através dos seguintes contatos:

Nome: Francisco Bruno Ribeiro Vidal

Perguntas de identificação:

Qual a OM?

Qual o posto?

O Senhor já leu livros, artigos ou notícias sobre o uso dessa tecnologia em forças armadas exteriores? Se sim, comente o que sabe.

O Senhor sabe mencionar alguma Operação ou eventos importantes ocorridos no Brasil que houve o emprego do SARP? Se sim, por favor informar a Operação.

O emprego de SARP já tem alguns anos de evolução e participação nos eventos globais. Dentre os abaixo discriminados, marque aqueles que o senhor teve contato:

O Senhor já trabalhou com o SARP? Se sim, por favor informe o modelo.

Se sim, conte, por favor, como foi a experiência de trabalho com o SARP, ou relate a situação de emprego.

O Senhor considera o SARP como uma tecnologia possível e relevante para o Sistema de Comunicações?

O Senhor considera que o SARP poderia ser incluído no Manual de SCA?

O Senhor teria alguma sugestão ou discordância a respeito da inclusão dessa tecnologia no Manual de SCA?

Considerando as suas experiências com SARP, quais recursos abaixo o senhor destacaria como interessante no uso do SARP.?

- Receptor de radar (MAGE)
- Receptor de onda sonora
- Câmera de altíssima resolução
- Câmera de infravermelho
- Armamento
- Tanque de combustível
- Capacidade de reabastecimento em voo (Autonomia)
- Transporte de equipamentos e infraestrutura
- Captação de dados eletromagnéticos e envio de informações do Inimigo ao C²
- Atuar como repetidor de sinal
- Outra (Quais?)