



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

LUÍS FELIPE MAGALHÃES **SOBRAL**, Maj Av

Emprego de aeronaves remotamente pilotadas na vigilância da Amazônia Azul: uma
ferramenta para o sistema de comando e controle das Operações Conjuntas

Rio de Janeiro

2022

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

LUÍS FELIPE MAGALHÃES SOBRAL, Maj Av

Emprego de aeronaves remotamente pilotadas na vigilância da Amazônia Azul: uma ferramenta para o sistema de comando e controle das Operações Conjuntas

Trabalho de conclusão de curso apresentado, como requisito parcial para aprovação, no Curso Avançado de Comando e Estado-Maior. Linha de Pesquisa: Poder Aeroespacial. Orientador: Eduardo Sebastião de Paiva Vidual.

Rio de Janeiro

2022

RESUMO

A Força Aérea Brasileira tem sido empregada conjuntamente com a Marinha em ação de Patrulha Marítima, visando vigiar e proteger as riquezas da imensa Amazônia Azul. Com isso, atualmente no mundo, têm-se empregado os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, denominados RPAS (Remotely Piloted Aircraft System), com o intuito de prover informações em tempo real do Teatro de Operações e coletar dados para o Sistema de Comando e Controle (C²). Nesse contexto, o presente trabalho teve o objetivo geral de analisar a aplicabilidade do RPAS no Sistema de C² sob influência do tempo de resposta e dos cenários de incertezas quando em atuação em áreas marítimas. Para alcançar o objetivo, usou-se, como metodologia, a pesquisa qualitativa, através de revisão bibliográfica e documental, de forma exploratória, do mesmo modo que foi utilizado como instrumento a entrevista estruturada com especialistas experientes do RQ-900 para a obtenção de dados. Além disso, uma análise SWOT para verificar os pontos fortes e fracos, as oportunidades e as ameaças no emprego do RPAS. Ademais, a pesquisa foi limitada ao emprego do RQ-900 em ação de Patrulha Marítima para a vigilância das águas jurisdicionais brasileiras. Destarte, ao se analisar as características e requisitos do sistema de comando e controle, bem como as características operacionais do RPAS, à luz da Teoria da Guerra Centrada em Redes, concluiu-se que a aplicação do RPAS em prol das operações em ambiente marítimo tem potencial de propiciar ao decisor a capacidade de manter uma consciência situacional atualizada, durante o decorrer das ações.

Palavras-chave: sistemas de aeronaves remotamente pilotadas; comando e controle; operação conjunta; tomada de decisão.

ABSTRACT

Brazilian Air Force has been employed together with Navy in the action of Maritime Patrol in order to guard and protect the riches of the immense Blue Amazonia. Thereby, currently around the world, RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) has been used to provide real-time information from theater of operations and collect data to the Command and Control System (C²). In this context, the general aim of this study was to analyze the applicability of RPAS in the C² system under the influence of time response and scenarios of uncertainty when put into action in maritime areas. In order to achieve the goal, as a methodology, a qualitative research has been applied through bibliografical and documental review, in an exploratory way, likewise an interview structured with experienced specialists in RQ-900 was used as an instrument to obtain data. In addition to this, an analysis SWOT to verify strenghts and weaknesses, opportunities and threats in the employment of RPAS. Furthermore, the research was limited to the employment of RQ-900 in the action of Maritime Patrol for surveillance of Brazilian jurisdictional waters. Thus, analyzing the characteristics and requirements of the command and control system, as well as the operational features of RPAS, in the light of the network-centric warfare theory, it has come to the conclusion that the employment of RPAS in favor of operations in maritime environment has potential to foster the capacity of keeping an updated situational awareness in the decision-maker along the actions.

Keywords: *remotely piloted aircraft system; command and control; joint operation; decision making.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
3	METODOLOGIA.....	12
4	APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	14
4.1	Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas	14
4.2	Sistema de Comando e Controle	17
4.3	Análise de dados com foco no domínio físico	19
4.4	Análise de dados com foco no domínio informacional	20
4.5	Análise de dados com foco no domínio cognitivo.....	22
5	CONCLUSÃO.....	23
	REFERÊNCIAS	25
	APÊNDICE A – Transcrição da entrevista com especialista em operação do RPAS RQ-900.....	27
	APÊNDICE B – Transcrição da entrevista com especialista em operação do RPAS RQ-900.....	29
	APÊNDICE C – Transcrição da entrevista com especialista em operação do RPAS RQ-900.....	32

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma extensa área marítima, onde concentra a extração de gás natural e petróleo, uma rica biodiversidade e a exploração da pesca para fins comerciais, além do escoamento de 95% do comércio externo. Esta extensão, chamada de “Amazônia Azul”, aliada a localização geográfica e ao clima favorável concede ao país relevante destaque geopolítico e estratégico.

Em 2004, o Almirante-de-Esquadra Roberto de Guimarães Carvalho chamava a atenção do povo brasileiro para a importância política-estratégica da “Amazônia Azul” com a seguinte frase: “Toda riqueza acaba por tornar-se objeto de cobiça, impondo ao detentor o ônus da proteção”. O Estado Brasileiro com a percepção das potencialidades econômicas e estratégicas do mar territorial e a possibilidade de desenvolver ameaças à soberania nacional, intensificou ações de fiscalização e proteção do imenso espaço marítimo.

Neste contexto, com o intuito de incrementar a segurança deste vasto território denominado Amazônia Azul, a FAB, em Operações Conjuntas com a Marinha do Brasil, realiza Ação de Força Aérea, com as aeronaves convencionais P-95BM e P-3AM, que se reveste de sustentáculo para as atividades militares no Teatro de Operações Marítimas (TOM), conforme destacado:

Patrulha Marítima (PATMAR) é a ação que consiste em empregar Meios Aeroespaciais para detectar, localizar, identificar, acompanhar, limitar o movimento ou neutralizar embarcações oponentes, sejam meios de superfície, em águas interiores e espaços marítimos de interesse das operações navais. A PATMAR compreende diversas atividades que requerem tratamento como um todo integrado e sincronizado com as forças navais amigas e inclui a atividade de apoio ao policiamento das águas jurisdicionais brasileiras realizado pela Marinha do Brasil (BRASIL, 2020, p. 35).

Na perspectiva do mundo atual, cercado pela ciência e tecnologia, o poder aeroespacial desponta como um fator determinante na manutenção da soberania de um Estado. Nesse sentido, mirando o aprimoramento futuro para obter ganhos superiores com menor quantidade de recursos, humanos ou materiais, as inovações tecnológicas de Comando e Controle (C²) têm sido incorporadas em benefício das Forças Armadas no gerenciamento de suas atividades. Dentre várias delas, cita-se como exemplo as aeronaves não tripuladas, conforme destaca a DCA 11-45, Concepção Estratégica - Força Aérea 100:

As operações (conjuntas, interagências ou mesmos independentes) cada vez mais dependerão de sistemas espaciais. As áreas de comando e controle, navegação, vigilância, comunicações, inteligência, meteorologia, entre outras aplicações, são essenciais para o sucesso dessas operações (BRASIL, 2018, p. 11).

[...] a atual capacidade e conhecimento em comando e controle e inteligência será incrementada com a inserção dos produtos espaciais e das plataformas aéreas não tripuladas de grande autonomia, que aumentarão a produção de conhecimento

oportuno e decisivo para as diversas operações conjuntas, incluindo outros órgãos governamentais (BRASIL, 2018, p. 26).

Destarte, as características inerentes a essas operações em ambiente marítimo geram um cenário de incertezas que demandam a necessidade da otimização do sistema de C² durante as ações, em prol do reconhecimento do cenário, localização e identificação dos objetivos, favorecendo a tomada de decisão. Nesse contexto, emprega-se atualmente no mundo, segundo Fowler (2014), as aeronaves remotamente pilotadas como um dos métodos de apoio à construção da consciência situacional do decisor.

Conforme apontado por Greenberg (2011) em artigo da revista *Military Review*, em 2008, o Secretário de Defesa dos Estados Unidos, Robert Gates enunciou durante uma conferência no Air War College (Escola de Guerra Aérea), na Base Aérea de Maxwell, onde exaltou a inclusão de sistemas aéreos não tripulados no arsenal da Força Aérea Americana, como um meio menos inseguro e mais versátil de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR). Incentivou a Força Aérea a empregar mais sistemas aéreos não tripulados nos Teatros de Operações (TO) do Iraque e do Afeganistão e que repensassem que missões os vetores desse tipo poderiam ir gradativamente assumindo dos meios aéreos tripulados.

A Força Aérea Brasileira está inserida neste contexto operacional com a utilização dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas - RPAS (sigla oriunda do termo **Remotely Piloted Aircraft System**) pelo Primeiro Esquadrão do Décimo Segundo Grupo de Aviação (1º/12º GAV), localizado em Santa Maria. Esses vetores, devido as peculiaridades operacionais, integraram um novo cenário de missões de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR).

Ramos (2021), identificou que o RQ-900 da Força Aérea Brasileira (FAB) satisfaz as exigências da missão de patrulha marítima na região do Pré-Sal. Ele realizou uma análise comparativa entre as aeronaves tripuladas, P-95BM e P-3AM, utilizadas para o cumprimento deste tipo de missão, e os RPAS operados hoje pelo 1º/12º GAv. Para realizar esta comparação, a pesquisa primeiramente identificou as características do ambiente marítimo, com o intuito de compreender quais as capacidades necessárias para o êxito nas missões de Patrulha Marítima. Para embasar o estudo, Ramos (2021) apontou as características e capacidades, como alcance, armamento, sensores embarcados e autonomia, das aeronaves tripuladas e das remotamente pilotadas em uso na FAB, levando a concluir que apesar do RPAS não possuir capacidade de substituir as aeronaves P-3AM, o RQ-900 tem potencial para contribuir na execução da Ação de Patrulha Marítima, com grandes vantagens em relação ao P-95M.

Contudo, apesar das operações realizadas no Brasil nos últimos anos, como a Ostium, Ágata e Samaúma, terem propiciado a operacionalidade do RPAS da FAB, em particular do

RQ-900, ainda há um lapso doutrinário acerca do emprego do RPAS para suporte ao Sistema de Comando e Controle em Ação de Patrulha Marítima.

Desponta, então, a inquietação que motivou o seguinte problema de pesquisa: qual é a aplicabilidade do RPAS no Sistema de C² da Operação Conjunta no Teatro de Operações Marítima?

Para responder ao questionamento apresentado será adotada a seguinte hipótese: o emprego do RPAS influencia positivamente para o processo de comando e controle das operações militares em ambiente marítimo, uma vez que o cenário poderá ser observado e clarificado de forma remota, em tempo real, ocasionando uma tomada de decisão assertiva, além de proporcionar um emprego dos meios mais eficiente.

Para manter uma linha de pesquisa sem desvios de foco, foi traçado como objetivo geral, analisar a aplicabilidade do RPAS no Sistema de C² sob influência do tempo de resposta e dos cenários de incertezas quando em atuação em áreas marítimas.

Com a intenção de alcançar este objetivo geral, foram delineados os seguintes objetivos específicos: determinar as capacidades e as hipóteses operacionais dos RPAS envolvidos em missões IVR – OE1; determinar as características inerentes ao Sistema de C² das Operações Conjuntas no Teatro de Operações Marítima – OE2.

A Concepção Estratégica “Força Aérea 100” enquadra as diretrizes fundamentais para conduzir a FAB para o futuro, abrangendo os pilares estratégicos e as capacidades a serem desenvolvidas para o cumprimento da missão. Dentre estas capacidades, ressalta-se o Comando e Controle, como sendo uma peça indispensável à estratégia de combate e vital ao êxito das missões atribuídas. Uma Força Aérea que não desfruta de um sistema de C² eficiente, realmente não dispõe de um sistema de combate confiável (BRASIL, 2018).

Outra concepção estratégica de defesa delimitada na Estratégia Nacional de Defesa (END) é o incremento das competências de prover a proteção da Amazônia Azul, uma área de interesse geoestratégico. Ela deve ser entendida sob quatro panoramas: econômica, científica, ambiental e de soberania (BRASIL, 2020).

O emprego eficiente do poder aeroespacial, precisa possuir um forte embasamento doutrinário, já que se deve levar em consideração a sua grande vulnerabilidade, o seu alto custo e o seu potencial estratégico para o emprego militar. Com isso, é possível depreender o quão relevante é o tema para que possa ser analisado a aplicabilidade do RPAS, o qual é limitado ao RPAS RQ-900, para o sistema de C² das Operações Conjuntas no ambiente marítimo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Um dos aspectos militares do Comando e Controle é o de dar suporte à tomada de decisão de forma rápida e precisa. Logo, o C² é elaborado estrategicamente com o objetivo de tornar-se o diferencial entre o sucesso e o fracasso de uma escolha de ação, pois produz as condições necessárias para o emprego apropriado dos recursos à disposição (ALBERTS, 2006).

Rosa (2014), por sua vez, aponta a importância da comunicação para o Comando e Controle e, conseqüentemente, a integração entre plataformas e sensores que possibilita, nos dias de hoje, uma capacidade de planejar, direcionar, coletar, processar, analisar, produzir e disseminar conhecimentos. Esta integração é a definição de inteligência e refere-se à capacidade IVR (Inteligência, Vigilância e Reconhecimento). Dentre os oponentes, terá vantagem aquele que obtiver o tratamento de informações precisas, oportunas e relevantes, apresentadas em tempo hábil aos tomadores de decisão para que empreguem as ações necessárias.

Devido aos avanços tecnológicos atuais, os RPAS possuem versatilidade, baixo custo operacional, baixo risco, grande capacidade de monitoramento e ampla cobertura, devido sua autonomia. Com estas particularidades, estes sistemas apresentam-se oportunos para a execução de tarefas de patrulha marítima, busca e salvamento, vigilância, monitoramento de poluição ocasionada por navios mercantes e localização de derramamento de óleo (DUAN; ZHANG, 2014).

Tendo em vista os atuais empregos dos RPAS (RQ-900) pelo 1º/12º Grupo de Aviação em detecção e acompanhamento de focos de incêndios, no caso da Operação Verde Brasil, e de forças regulares, durante toda a Operação São Francisco, apresenta-se a oportunidade de operá-los no cumprimento das ações de Vigilância Aérea e Reconhecimento Aeroespacial na sentinela da Amazônia Azul. Tal emprego encontra-se em conformidade com o cenário mundial dos conflitos armados contemporâneos, onde algumas marinhas do mundo, reconhecendo as vantagens do RPAS em relação às aeronaves tripuladas, têm feito experiências com o equipamento em ambiente marítimo.

Em 2004, a Marinha dos Estados Unidos apresentou seu projeto BAMS (Broad Area Maritime Surveillance - Vigilância Marítima em Área Ampla), com o objetivo de ter capacidade de vigilância marítima e reconhecimento de grande alcance. O sistema estuda a implantação de cinco bases ao longo do mundo, de onde o UAV (sigla oriunda do termo **Unmanned Aerial Vehicle**) tem de ter um potencial de manter vigilância permanente em áreas distantes até 2000 milhas náuticas e ser capaz de detectar alvos de superfície em mar aberto, empregando radares de busca marítima. O VANT poderá enviar seus dados e ser monitorado por estações em terra,

por navios e aeronaves, permitindo uma vasta disseminação das informações. O sistema será completado por aeronaves tripuladas de patrulha marítima, para a utilização de armamento e guerra anti-submarino. (GLOBAL SECURITY, 2008). Um dos países que já empregam efetivamente RPAS em ambiente marítimo é Israel. Sua Força Aérea, em 2006, estreou a versão modificada do veículo aéreo não tripulado – UAV Heron I em missões de esclarecimento marítimo (JANE's, 2005).

Em relação ao Comando e Controle é conceituado pela Doutrina das Forças Armadas dos Estados Unidos (2017) como sendo o exercício da autoridade, responsabilidade e liderança pelo comandante sobre forças incumbidas no cumprimento da missão. O C^2 aumenta a capacidade do comandante de fazer escolhas oportunas e executá-las com sucesso.

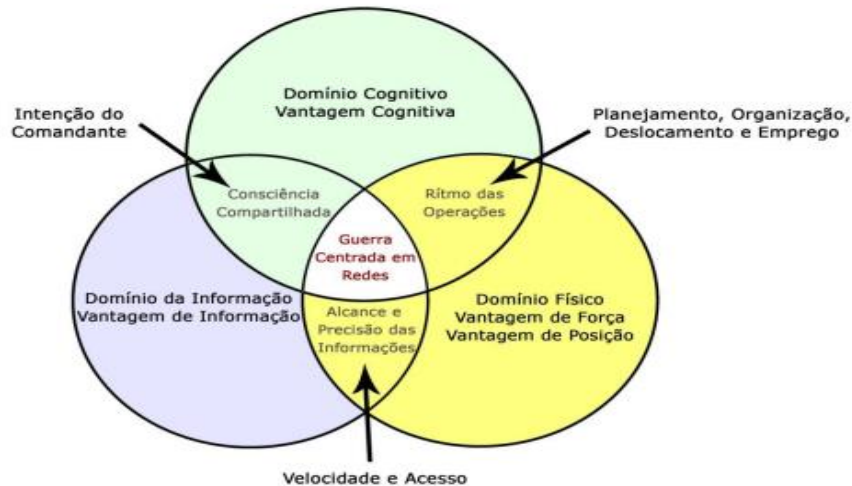
Dentro do contexto de superioridade de informações, de comando e controle e de consciência situacional, surge o conceito de Guerra Centrada em Redes (GCR), que é uma maneira de atuar na guerra com a concepção proveniente da era da informação. Um conceito de estruturação do C^2 que estuda a garantia da vantagem no campo das informações, a partir da ligação eficiente em rede dos elementos de combate, apoio ao combate, suporte logístico e as forças dispersas no campo de batalha, para conceber uma melhor consciência situacional (ALBERTS *et al*, 2001).

Quando esses elementos atuam em rede, há um efeito sinérgico que fortalece a eficiência e a eficácia da força como um todo. O aumento da consciência situacional de um teatro de operações pode se dar por meio das redes de transmissões de dados e a garantia de uma comunicação confiável. Tal fato auxilia o entendimento da situação e evita alguns inconvenientes. A insegurança é diminuída, o que faz com que o ciclo de observar, orientar, decidir e agir (OODA), desenvolvido pelo estrategista militar norte americano John Boyd, característico do C^2 , seja mais célere. Uma vez que o sistema de C^2 mais ágil, ganha-se uma vantagem sobre o inimigo.

A GCR não modificará a natureza da guerra e não sucederá a força militar em si. No entanto, possibilita vantagens efetivas em operacionalidade. Entre os benefícios causados pela GCR podem ser citados: a conquista e o compartilhamento da consciência situacional; o aumento do poder de combate em relação ao adversário; a maior agilidade nas decisões, decorrente da celeridade do ciclo de C^2 e da cadência das operações; a rapidez no reconhecimento dos alvos; a salvaguarda da Força; e a sincronização das ações.

De maneira sucinta, a GCR permite o desenvolvimento da qualidade de C^2 , através da interligação das capacidades específicas nos três domínios (físico, informacional e cognitivo), conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Os Domínios da teoria de Guerra Centrada em Redes



Fonte: Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle - MD31-M-03 (2015, p. 42)

O domínio físico é determinado pelo ambiente onde acontecerá o conflito, em que as forças atuarão e onde decorrerão as ações nos ambientes marítimos e aéreo, de responsabilidade das forças singulares. No contexto deste trabalho, ocorre o emprego efetivo do RPAS na vigilância da Amazônia Azul e das redes de comunicações que as interligam. É nesse domínio que será analisado o teatro de operações como realmente ele está se desenvolvendo para ser convertido em dados e informações para o sistema de C^2 .

No domínio informacional é onde a informação propriamente dita será criada, tratada e distribuída. Em relação à presente pesquisa, os produtos gerados pelos RPAS, como as imagens do Teatro de Operações, são manipulados e difundidos aos decisores. Pode-se dizer que é o domínio onde o comando e controle é exercido, pois permite o fluxo de informações entre as forças empregadas na operação, transmitindo as intenções do comandante. Com isso, a busca pela Superioridade de Informação deve ser incessante.

O domínio cognitivo existe interiormente, abrangendo o pensamento, o entendimento, a crença dos envolvidos, entre outros. Este domínio fundamenta-se na liderança, na vivência, na capacidade de cada envolvido, na consciência situacional e no espírito de corpo. É onde envolvem-se as táticas, a doutrina, as estratégicas e a ideia do comandante.

Em *Power to the Edge* (ALBERTS et al, 2005), adiciona um quarto domínio aos outros, denominado Domínio Social que é representado pela inter-relação, permuta de informações e

decisões elaboradas no Domínio Cognitivo. Os autores sustentam que para tirar proveito da Guerra Centrada em Redes, as forças envolvidas devem realçar o comando e controle, onde a informação é refletida em conhecimento, e sejam qualificados em compartilhar a sua consciência situacional.

As forças envolvidas na operação conjunta precisam estar alinhavadas para operar nos domínios mencionados, com o propósito de atingir efeitos multiplicadores da coordenação deles. Uma força que utiliza os elementos da GCR é capaz de desenvolver mais poder de combate através da melhor sincronização de efeitos no teatro de operações, da maior presteza e da qualidade no sistema de C^2 e, como consequência, do aumento da capacidade de sobrevivência, de resposta e de letalidade.

“Nos dias de hoje, a RPA fornece informação quase em tempo real, não apenas aos decisores operacionais, mas, também, diretamente às forças conjuntas e de coalizão no campo de batalha” (USAF, 2014, p.11, tradução nossa), fato que seria capaz de incrementar a agilidade do C^2 e conseqüentemente do ciclo OODA, além de outras capacidades que permitem um estudo com o propósito de se investigar a aplicabilidade do RPAS no processo de Comando e Controle, quando se constata que “a RPA se envolve em muitas das mesmas missões que as aeronaves tripuladas, como apoio aéreo aproximado, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento, direcionamento dinâmico e interdição aérea, interdição aérea de alvos marítimos, apoio aéreo marítimo, coordenação de ataque e reconhecimento, retransmissão de comunicações e busca e resgate de combate.” (USAF, 2014, p.14, tradução nossa).

3 METODOLOGIA

Vergara (2004), propõe dois critérios básicos de taxionomia de tipos de pesquisa científica: quanto aos fins e quanto aos meios. Em relação ao primeiro critério, esta pesquisa foi classificada como exploratória, por ter pouco conhecimento acumulado e sistematizado do assunto e por ela ser extremamente flexível, de modo que quaisquer aspectos relativos ao fato estudado têm importância. “A pesquisa exploratória procura conhecer as características de um fenômeno para procurar explicações das causas e conseqüências de dito fenômeno” (RICHARDSON, 1989, p. 281). Com isso, terá como objetivo proporcionar maior familiaridade com a aplicabilidade do RPAS em áreas marítimas para o sistema de Comando e Controle das Operações Conjuntas.

Quanto aos meios, foi realizada uma revisão bibliográfica e consulta documental, além de levantamento de campo, mediante a entrevista estruturada (APÊNDICES A, B e C) com os militares que possuem vasta experiência na operação do RPAS RQ-900.

Com o fim de delimitar o tema proposto, a pesquisa foi realizada com o interesse de investigar o emprego do RPAS RQ-900 na ação de Patrulha Marítima, devido à incapacidade de efetuar uma análise abrangendo outros RPAS existentes no mercado, bem como as outras ações realizadas pela Aviação de Patrulha, como Busca e Salvamento, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento, no tempo disponível para a realização do estudo.

Conforme a definição dada por Gil (2017), a pesquisa é documental, uma vez que utilizou documentos como o Manual do RQ-900, a Doutrina Básica da FAB (DCA 1-1, 2020) e Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle (MD31-M-03), com o intuito de alcançar as características do RPAS e do Sistema de Comando e Controle de uma Operação Conjunta.

No que concerne ao OE1, construiu-se uma análise SWOT para avaliar os pontos fortes e os pontos fracos nas capacidades do RPAS, da mesma forma as oportunidades e as ameaças peculiares à aplicabilidade operacional do RPAS, conservando-se como foco a utilização dessa plataforma em missões IVR. Segundo Thompson Jr et al (2008), os dois elementos mais significativos da análise SWOT são depreender a respeito da situação geral da organização e transformar essas respostas em ações estratégicas.

Para a explanação do OE2 integrou-se um modelo com as características e os requisitos para o estabelecimento do sistema de comando e controle e com as peculiaridades de uma operação conjunta nas Forças Armadas do Brasil, visto que as operações militares em área marítimas envolvem aspectos, como interoperabilidade, agilidade de C² e indicadores.

Após atingir os OE, foi realizado um estudo da interação entre os OE1 e OE2 para se alcançar o objetivo geral proposto nessa pesquisa. Para isso, no arcabouço teórico, buscou-se abordar a teoria de Guerra Centrada em Redes e sua ligação específica com a aplicabilidade do RPAS e o impacto dos seus produtos no comando e controle, que serve como instrumento de apoio para a avaliação dos processos de tomada de decisão, conforme o ciclo “Observar, Orientar-se, Decidir, Agir” (OODA) proposto por Jonh Boyd. Este ponto focal da pesquisa foi esclarecido através da análise das informações colhidas através de entrevistas estruturadas com os pilotos mais experientes em operação do RPAS do 1º/12º GAV e com o Chefe da Divisão de Gerenciamento de Dados do Centro Conjunto Operacional de Inteligência, militar que participou de operação conjunta no Centro de Controle do RQ-900 nas instalações do Comando

de Operações Aeroespaciais (COMAE), denominados *SME*¹. Destaca-se que foi assegurado o anonimato dos entrevistados.

Os dados coletados com a pesquisa foram analisados com base na teoria de Guerra Centrada em Redes e para que estes fossem melhor explorados e entendidos, foram divididos entre os domínios cognitivo, físico e informacional.

4 APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

O estudo dos referenciais proporcionou averiguar que o emprego do RPAS tem sido percebido como um intensificador das forças no ambiente operacional, pois acentua capacidades como persistência, flexibilidade e versatilidade, mesmo que “sua aplicação permanece não testada em toda a gama de operações militares.” (USAF, 2014, p. 11, tradução nossa).

4.1 Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas

O Hermes 900 (RQ-900) é munido com uma diversidade de sensores de alto desempenho, que possibilita a detecção de alvos terrestres e marítimos, em uma larga escala de espectro. É um Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada de Média Altitude e Longa Autonomia (MALE, do inglês Medium Altitude Long Endurance), conforme as características apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 – Características do RQ-900

CARACTERÍSTICAS E SENSORES	HERMES 900 (RQ-900)
Peso máximo de decolagem	1.180 Kg
Comprimento	8,7m
Envergadura	15,3m
Autonomia	30 horas
Teto	30.000 ft
Alcance	Via satélite - ilimitado
Velocidade de cruzeiro	65 kt
Velocidade máxima	120 kt
Sensores	DComPASS e SkEye

Fonte: Apresentação do 1º/12º GAV

No que diz respeito às capacidades do RPAS, verificou-se como “Forças” a distinta possibilidade de permanecer por longos períodos sobre uma área de interesse. De acordo com

¹ SME (do inglês, Subject Matter Experts)

a DCA 1-1 (2020), uma característica valorosa e essencial do Poder Aeroespacial é o alcance, determinado pela capacidade que os vetores aéreos detêm de alcançar o alvo a grandes distâncias utilizando propriedades como a autonomia. O RQ-900 tem uma autonomia de 30 horas de voo, conforme a apresentação do 1º/12º GAV (quadro 1). Venâncio e Feldens (2008) enfatizam a relevância da autonomia, ressaltando que esta característica da aeronave não tripulada pode acarretar melhores resultados na execução de voos de Reconhecimento, em comparação com aeronaves convencionais.

Outro fator operacional relevante para uma missão de Patrulha Marítima ou Reconhecimento é a capacidade de detecção e identificação dos alvos. O Hermes 900 emprega o sensor SKEYE que possui dez câmeras de alta resolução com capacidade de cobrir uma área de até 80km², onde as imagens de cada câmera são guardadas e podem ser examinadas para detectar a origem de evento, e o equipamento DCoMPASS (*Digital Compact Multi-Purpose Advanced Stabilized System*) que é:

[...] capaz de realizar uma observação estabilizada dia e noite através da detecção, reconhecimento e identificação de alvos em diferentes condições meteorológicas, o rastreamento de alvos marítimos, terrestres e aéreos, além da marcação de alvos utilizando feixe de laser. (ELBIT SYSTEMS, 2014, p. 54)

Observa-se que o RPA possui um sistema embarcado moderno, o qual garante a gravação de imagens em alta qualidade à grande distância, sendo possível efetuar o reconhecimento dos alvos no período diurno e noturno sem submeter a aeronave ao perigo. Além do mais, o DCoMPASS também possui a qualidade de difundir informações do Teatro de Operações, de forma imediata, conforme a entrevista com o SME².

Aproveitando a peculiaridade desses veículos serem menores que seus concorrentes tripulados, sua detecção é dificultada, permitindo assim que estas aeronaves penetrem no espaço aéreo hostil com maior facilidade e ainda eliminando a questão da perda ou captura dos militares embarcados, pois sua operação é realizada remotamente. Dessa forma, outra “Força” no emprego do RQ-900 é a de preservar a vida e o conhecimento técnico, pois um piloto da Força Aérea Brasileira demora em torno de dez anos para ser operacional em uma determinada aeronave convencional. A perda em combate de um RPAS é muito inferior em termos morais e monetários em relação à perda de uma aeronave e sua respectiva tripulação. Com isso em mente, as principais potências, que ainda estão envolvidas em conflitos armados até hoje, vêm substituindo gradualmente as suas aeronaves tripuladas por veículos não tripulados para

² Entrevista concedida por SME2. Entrevista II. [maio 2022]. A entrevista na íntegra está transcrita no Apêndice B.

missões de reconhecimento e vigilância terrestre e marítima, conforme Cordeiro, 2005. Essa atitude salvaguarda o êxito na missão, pois os danos materiais não se comparam a perda da experiência, da perícia e do estado de espírito da tropa.

Quanto às “Fraquezas”, verificou-se que uma vez detectado, o RPAS é mais vulnerável à investida do inimigo, pois os operadores não possuem a mesma consciência situacional que um piloto embarcado na aeronave, limitando a sua perícia de identificar e reagir a um ataque (ASHWORTH, 2001). A baixa velocidade da RPA pode afetar a capacidade de pronta resposta ao ter que se deslocar para o teatro de operações, conforme citado pelo *SME3*³ e com as características do RQ-900, específicas no quadro 1.

Ao estudar as “Oportunidades” inerentes ao emprego do RPAS, foi permitido verificar a possibilidade de permanência na área de interesse e o emprego diuturno, em razão da autonomia e da perspectiva de revezamento em turnos dos operadores, suprimindo a limitação da fadiga da tripulação. Do mesmo modo, entende-se como profícua a interação entre militares de inteligência das forças, os tomadores de decisão e as equipagens do RPAS atuando no IGCS (Indoor Ground Control Station) localizada nas instalações do COMAE. Nesta estação é possível realizar o controle por meio de satélite da RPA (Sistema Hermes) e de seu sensor em qualquer posição do território nacional.

Todavia, analisou-se que o RPAS apresenta contingências operacionais que ameaçam o pronto emprego em áreas urbanas ou marítimas. Uma das limitações verificadas é a vulnerabilidade na área de comunicações. Os RPAS são dependentes de transmissões por link direto ou via satélite para seu comando e para difusão dos dados coletados. A suspensão ou saturação dessas comunicações, por razões técnicas ou por intervenções de Guerra Eletrônica de um adversário, pode reduzir suas capacidades ou mesmo provocar a perda do RPAS (EUA, 2005). Outra questão é a fragilidade estrutural, que pode impossibilitar as operações em condições meteorológicas desfavoráveis, conforme citado por Fowler (2014).

Desse modo, compreende-se que o RPAS empregado em missões IVR possui características especificadas no modelo estruturado na matriz SWOT, mencionado no quadro 2, para que possa ser atingido o OE1.

³ Entrevista concedida por SME3. Entrevista III. [maio 2022]. A entrevista na íntegra está transcrita no Apêndice C.

Quadro 2 – Matriz Swot das características do RPAS

<p><u>Forças</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações do TO em tempo real • Autonomia • Sistema embarcado • Sem risco de perda de vidas humanas • Dificuldade em ser detectável 	<p><u>Fraquezas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Baixa velocidade de operação • Vulnerabilidade • Fragilidade estrutural • Pronta resposta • Susceptível a interferência eletrônica
<p><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Operação diuturna • Permanência no TO • Integração entre os envolvidos no Sistema C2 	<p><u>Ameaças</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ações de Guerra Eletrônica • Condições meteorológicas desfavoráveis

Fonte: O autor

Para poder perceber a aplicabilidade do RPA no sistema de C², da Operação Conjunta no Teatro de Operações Marítima, é necessário entender como funciona todo esse sistema e as peculiaridades das Operações Conjuntas no Brasil.

4.2 Sistema de Comando e Controle

O Comando e Controle é a ciência que explora o comportamento de uma cadeia de comando e, nessa visão, abrange, principalmente, três elementos conforme a Doutrina Militar de Comando e Controle (MD31-D-03): estrutura, autoridade e processo decisório. O Comando e Controle permite exercitar a autoridade e a liderança pelo comandante, sobre as forças subordinadas que estão no Teatro de Operações para o cumprimento da missão.

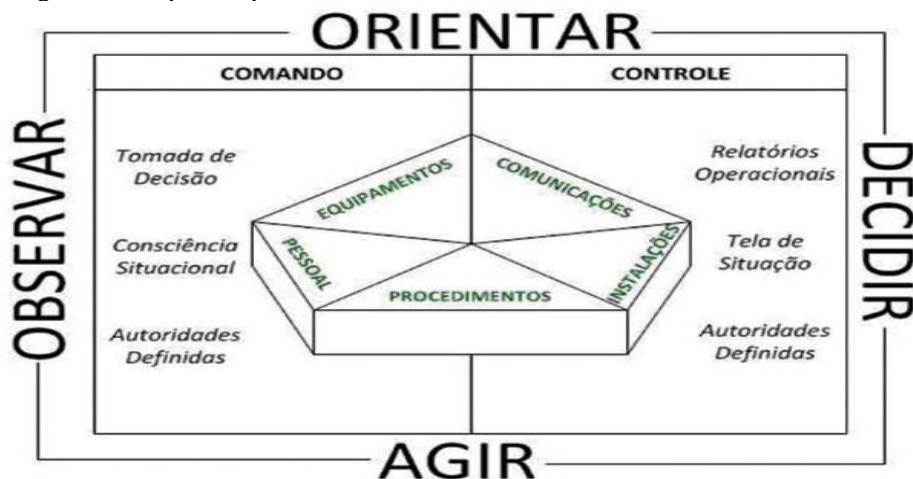
O Sistema de Comando e Controle tem o propósito de potencializar o exercício da coordenação, da direção e do controle das forças militares em operação, permitindo o acompanhamento em tempo real das movimentações em curso. Para que o Sistema de C² funcione de forma sistematizada deve contemplar alguns requisitos, conforme especificados abaixo e demonstrado na figura 1:

- a) **Instalações:** uma estrutura móvel ou fixa conforme o tipo de operação e a demanda da autoridade apoiada. A estrutura é possível ser fixa de caráter estratégico ou de campanha. Neste sentido, o 1º/12º GAv utiliza *shelters* climatizados que podem ser transportados e operados em campanha de qualquer lugar do Brasil. Fora isso, o COMAE, sediado em Brasília, possui um centro de controle do ARP Hermes 900,

onde toda tripulação e pessoal envolvido na tomada de decisão ficam acompanhando as ações correntes.

- b) **Comunicações:** a necessidade da conectividade deve ser organizada através da instauração de enlaces dimensionados e delineados para garantir a conectividade de todo Sistema de Comando e Controle. O objetivo é propiciar a integração entre as autoridades envolvidas no processo decisório e as forças subordinadas.
- c) **Procedimentos:** devem ser plenamente estabelecidos para proporcionar o perfeito funcionamento de todo o sistema. Dentre alguns procedimentos, pode-se mencionar os procedimentos para transmissão de dados, normatização dos documentos, procedimentos de segurança, como horários de remessa de documentos, autenticação de usuários e procedimento para tomada de decisão (ciclo OODA).
- d) **Pessoal:** o desdobramento do Sistema de Comando e Controle precisa ser realizado por especialistas, em diversas áreas de atuação. A finalidade é manter inteira compatibilidade entre os sistemas e serviços, bem como pessoas capacitadas em análise das diferentes imagens geradas pelos sensores do RPAS Hermes 900.
- e) **Equipamentos:** podem envolver diversos tipos de equipamentos para a montagem de um sistema de C², tendo uma infinidade de exemplos, como os equipamentos de TI, de comunicações (enlace de dados), de segurança eletrônica etc.

Figura 2 – Requisitos para o Sistema de C²

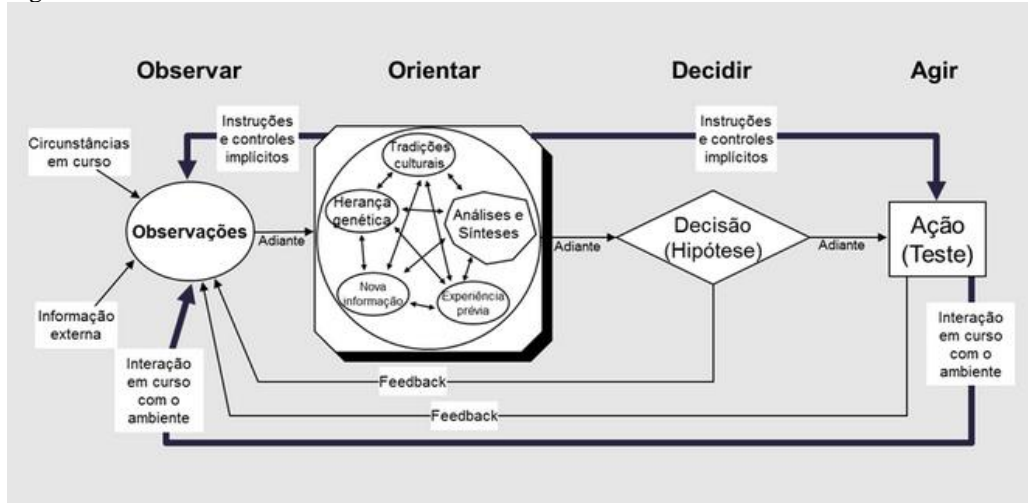


Fonte: Revista Doutrina Militar Terrestre (2013, p. 20)

É um ciclo que necessita de um processo bem definido e de uma rede de comunicação eficaz e resguardada. A figura 2 expõe esquematicamente o ciclo “Observar, Orientar-se, Decidir, Agir” (OODA) que se remete ao processo continuado de observar, orientar-se pelo conhecimento obtido com a interpretação dos produtos gerados pelo RPAS e a estruturação de linhas de ação, que possibilita a decisão e a emissão de ordens às forças subordinadas para que

possam atuar no ambiente operacional e atualizar as informações do cenário, começando um novo ciclo de C².

Figura 3 – Ciclo OODA



Fonte: Imagem originalmente elaborada por BOYD, 1995. Traduzida por Rodrigo Jaroszewski. Disponível em: <<http://bit.ly/imagemcicloOODA>>. Acesso: 05/05/2022.

Após pontuar as características do RPAS e do Sistema de Comando e Controle com foco no processo decisório, será apresentada a análise dos dados dividida nos três domínios da Teoria de Guerra Centrada em Redes.

4.3 Análise dos dados com foco no domínio físico

No domínio físico, todos os componentes da força conjunta precisam ser interligados com o intuito da realização segura e transparente da interoperabilidade e da conectividade, sem solução de continuidade. Diante disso, considerando os relatos coletados entre os pilotos do Esquadrão Hórus e comparando com os pontos fortes e as oportunidades da matriz swot (quadro 1), pode-se afirmar que o RPAS RQ-900 é capaz de detectar e identificar alvos de superfície, empregando a combinação de sensores eletro-ópticos/infravermelhos (EO/IR) e transmitir seus dados para estações móveis em terra ou para o Centro de Controle do COMAE, não descartando a possibilidade de envio diretamente à Força Naval no TO, permitindo uma ampla disseminação das informações. A autonomia de 30h e o enlace satelital proporcionam a cobertura de grande extensão da área de interesse, o monitoramento das ações, perspectivas dos avanços das ações e a visão prospectiva de prováveis reações.

Os conflitos atuais vêm comprovando que a interoperabilidade das forças singulares no emprego conjunto e coordenado é a maneira para se alcançar o máximo rendimento das Forças Armadas no Teatro de Operações. A sinergia da Força Naval, Força Aérea e tomadores de

decisão na missão de Patrulha é obtida com o compartilhamento, pelo Sistema de C² acessível, dos produtos gerados pelo RPAS.

Inegavelmente, a aplicação do RQ-900 com suas capacidades de persistência no território de interesse e de aplicação de diversificados sensores viabilizam um acompanhamento constante do desenvolvimento das operações, cooperando para a retroalimentação das fases de observação e de orientação do ciclo OODA, por prover conhecimentos dos resultados alcançados pelas ações decididas e ordenadas pelo Comando Conjunto. “As vantagens na observação e na orientação ocasionam ganho de tempo na tomada de decisão e na aplicação que excedem as capacidades do inimigo de contrapor-se eficientemente a tempo.” (Gray, 1999, p. 91 apud OSINGA, 2005, p.8, tradução nossa).

Este fato está em consonância com o *SME2* e a visão e conceitos da USAF para o RPAS:

A Força Aérea usará várias plataformas para fornecer informações a organizações e tomadores de decisões em processos de C², tanto globalmente quanto em apoio às operações no teatro designado. RPA com multissensores pode ser utilizada como substituta de outros sistemas de armas na fase de vigilância do C². Ela pode estender o volume da vigilância, atuar como preenchedores de lacunas, destacando-se em cobrir áreas de interesse e adicionando maior fidelidade à informação. Os principais atributos de RPA para plataformas C² incluem flexibilidade de carga útil do sensor com recursos para rádios de comunicação especializados e antenas. Os métodos de emprego devem ser compatíveis com a integração e a conectividade das aeronaves para distribuir ou compartilhar com plataformas C², tomadores de decisão, aeronaves e forças marítimas/terrestres. (USAF, 2014, p. 52, tradução nossa).

No entanto, algumas limitações foram expostas, conforme citadas pelos pilotos do RQ-900, como a baixa velocidade que dificulta o pronto emprego e a suscetibilidade meteorológica do equipamento. Outro fator relevante, é a ausência de armamento para que o RPAS possa limitar o movimento ou neutralizar embarcações oponente, de acordo com o previsto na Ação de Patrulha Marítima.

4.4 Análise dos dados com foco no domínio informacional

No domínio da informação, todo o pessoal e as plataformas envolvidas precisam ter um certo nível de facilidade em acessar e partilhar por meio do sistema de enlaces e, principalmente, preservar as informações com o objetivo de instituir e sustentar uma vantagem de informação sobre um adversário. Para isso, os produtos gerados pelo RPAS RQ-900 no ambiente operacional são tratados e feita uma análise da qualidade das informações pela Estação no Solo e pelo Centro de Controle e Gerenciamento SkEye (SCMC, do inglês SkEye Control and Management Center).

Sobre esse aspecto o *SME2*, que atua na Divisão de Gerenciamento de Dados do Centro Conjunto Operacional de Inteligência do COMAE, esclareceu que:

Há uma IGCS (Indoor Ground Control Station) localizada nas instalações do COMAE. Nesta estação é possível realizar o controle por meio de satélite da RPA (Sistema Hermes) e de seu sensor em qualquer posição do território nacional, acompanhando em tempo real o desenvolvimento da missão. São gerados vídeos, em tempo real, e imagens coletadas por meio dos sensores Câmera de TV CCD e FLIR (IR Termal) do DCoMPASS e do sensor SkEye que proporcionam um grande fluxo de informações e conhecimentos para os tomadores de decisão localizados no centro de C².

Percebe-se que as operações com o RQ-900 alteram a realidade das ações ao possibilitar que as imagens em tempo real sejam assistidas no centro de C², concebendo as condições necessárias para que as decisões sejam praticamente instantâneas. Os alvos detectados no TO podem fazer girar todo o ciclo de decisão em pouco tempo. Ao ser identificado, é fundamental que ocorra o acompanhamento do alvo para que possa ser estabelecido um padrão para o seu reconhecimento ou mesmo para ter a certeza da autoria de uma ação que o conduza a ser classificado como hostil e passível de resposta, conforme as regras de engajamento em vigor na Operação Conjunta.

Corroborando com a citação acima, Silva (2014) afirmou que a diferença entre o vencedor e o derrotado não se faz mais pela capacidade de produzir meios em linhas de montagem, mas sim pela superioridade de informação. Essa comunicação em tempo real oferece uma ampla consciência situacional, aumentando a oportunidade, a relevância e a precisão do Comando e Controle, garantindo assim tomada de decisões mais assertivas.

Outro aspecto importante para a construção da informação é a qualidade da interação e da colaboração entre o pessoal envolvido na missão, conforme citado pelo *SME3*:

As imagens da missão eram transmitidas em tempo real para o Comando Conjunto (CCj). Além disso, normalmente havia um elemento de ligação no sítio de operações para facilitar as ações. É favorável a interação entre as equipagens do RPAS e os militares de inteligência das forças envolvidas, onde contribuem de dentro da estação de pilotagem, facilitando a troca de informações com o centro de C² e entender as necessidades do “cliente” de forma a posicionar a aeronave e a visada dos sensores para melhores imagens das áreas de interesse.

O domínio informacional também revela limitações, conforme demonstrado no MCA 55-91:

Atualmente, a FAB possui sistemas táticos de enlace de dados limitados. [...]. Porém, no país, não há um sistema completo, mais abrangente, que permita a troca de informações e compartilhamento de dados que englobem os diversos participantes do combate, como forças terrestres, forças navais, contatos radar entre as consoles utilizadas pelos controladores de combate (no solo ou em voo), aeronaves de combate e os elos da cadeia de C² (BRASIL, 2021, p. 9).

Hoje o RPAS possui o enlace satelital com as estações de solo, porém seria valiosa a interação entre todos os envolvidos numa missão de Patrulha Marítima, como a aeronave de ataque, a aeronave P-3AM, a força naval e os tomadores de decisão. Porém, de modo a superar esta incapacidade e ampliar seu poder de combate, fruto do uso de redes para compartilhamento de informações, o Comando da Aeronáutica definiu como projeto estratégico o desenvolvimento do sistema tático de enlace de dados LINK-BR2.

4.5 Análise dos dados com foco no domínio cognitivo

No domínio cognitivo, o centro de C² carece de usar as informações coletadas pelo RPAS para desenvolver a consciência de seu ambiente operacional, e compartilhar com outros envolvidos para a atuação em rede. Os entrevistados tinham a percepção de que o emprego do RPAS favorece decisivamente para as tomadas de decisão, ou seja, através do domínio informacional, influencia seguramente o domínio cognitivo, como citou um dos pilotos do 1º/12º GAV (*SME3*):

A disponibilização de imagem em tempo real. Constatou-se na Operação São Francisco que o suporte prestado pelo RPAS por meio de missões IVR, com a disseminação de informações atualizadas aos centros de inteligência e ao comandante da operação, colaborou para uma atualização da observação dentro do ciclo decisório, o que influenciou a construção de uma consciência situacional para o entendimento atualizado da situação na área de interesse. Por fim, toda missão era gravada e enviada ao CCj juntamente com um relatório de vigilância (REVIG), no qual são apresentados os tempos e movimentos da missão, para facilitar o uso do material gravado em um novo planejamento.

Compreende-se que o suporte prestado pelo RPAS por meio de missões Inteligência, Vigilância e Reconhecimento do campo de batalha, com a difusão de conhecimentos atualizados aos centros de inteligência e ao tomador de decisão, oferece uma atualização da fase de observação dentro do ciclo decisório OODA, o que influencia a construção da consciência situacional, da compreensão do cenário e da tomada de decisão para que haja uma sincronização das ações táticas de forma a cumprir uma determinada linha de ação. Segundo Moffat (2005), o uso de sensores e redes tem o objetivo de desenvolver a consciência situacional, que viabilizará mais operações durante um determinado intervalo de tempo e convergirá as ações para o alvo correto.

Para que potencialize a percepção, o entendimento e antecipação de uma situação, percebe-se a necessidade do decisor possuir experiências prévias relacionadas ao cenário encontrado. Possibilitando assim agilidade na formulação e avaliação das aplicabilidades das Linhas de Ação e assertividade à decisão. Em seguimento, o decisor põe em execução a Linha

de Ação delineada por ele, atuando sobre o ambiente operacional, o que em conformidade com Boyd é a “capacidade da teoria do ciclo OODA de relacionar a cognição com a ação.” (OSINGA, 2005, p.8). As decisões consequentes de cada um desses ciclos transformam o cenário em que elas se fundamentam, demandando a constante atualização da consciência situacional, conforme representado na Figura 2.

Desse modo, examinadas as contingências e as capacidades operacionais do RPAS (RQ-900) em missões IVR em relação às características do Sistema de Comando e Controle da Operação Conjunta, compreende-se a oportunidade de otimização do processo decisório com a aplicação dos conhecimentos produzidos pelo RPAS para a atualização e acompanhamento das evoluções do cenário encontrado pelas forças aérea e naval nas operações em área marítima, dada a complexidade e extensão deste ambiente.

5 CONCLUSÃO

Nos dias de hoje o mundo vivencia a Era do Conhecimento e da Informação que possibilita tomadas de decisão cada vez mais assertivas. Porém, toda essa gama de dados, informações e conhecimentos produzidos pelas novas tecnologias deve ser utilizada de maneira interligada, integrada, simples, eficaz e eficiente para garantir desse modo à maximização do poder de combate.

Nesse contexto, o presente trabalho procurou esclarecer o problema a respeito da seguinte indagação: qual é a aplicabilidade do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas no Sistema de C² da Operação Conjunta no Teatro de Operações Marítima? Para tanto, o objetivo geral foi analisar esta aplicabilidade sob influência do tempo de resposta e dos cenários de incertezas quando em atuação em áreas marítimas.

Nesse ínterim, estruturou-se os objetivos específicos OE1, para a caracterização das capacidades e das hipóteses operacionais dos RPAS envolvidos em missões IVR, e o OE2, para a discriminação das características inerentes ao sistema de C², que foram alcançados por meio da construção do quadro 2 e na apresentação da figura 1, respectivamente. Por fim, efetuou-se uma análise qualitativa da relação entre os OE1 e OE2, à luz da Teoria da Guerra Centrada em Rede. Os dados gerados com a pesquisa foram explorados nos domínios físico, informacional e cognitivo da GCR. Como foi visto, o domínio físico tem relação com a utilização do RPAS no cenário, com todas suas capacidades e limitações. O domínio Informacional é a situação real transformada em dados pelo RPAS e tramitado pelo Sistema de Comando e Controle.

Finalmente, o domínio cognitivo está compenetrado na aplicabilidade dessas informações para a tomada de decisão pelo Comandante da Operação Conjunta no TO marítimo.

Essa análise foi ratificada pelas informações provindas das entrevistas com os Especialistas do 1º/12º GAV e do COMAE, na qual comprovou-se que o emprego do RPAS assegura a atualização e disseminação em tempo real das informações do cenário por meio do sistema de C² integrado, confiável e seguro, favorecendo a construção da Consciência Situacional do decisor nas fases de observação, de orientação e de ação do ciclo decisório OODA.

Conclui-se, então, que a aplicação do RPAS, com todas as suas capacidades operacionais, tem potencial para contribuir na vigilância da Amazônia Azul executando a Ação de Patrulha Marítima, pois agiliza o processo de tomada de decisão, apresentando assim uma influência positiva no sistema de C² como elo essencial para o decisor planejar, dirigir e controlar as ações no Teatro de Operações.

Em razão da importância do tema para o emprego operacional do RPAS na FAB, pode-se utilizar este trabalho como ferramenta, embasada cientificamente, para iniciar um estudo com o objetivo de mitigar uma lacuna doutrinária acerca do emprego do RPAS em ação de Patrulha Marítima. Como sugestão, também, é válido a averiguação da possibilidade de executar, com o RPAS, outra Ação de Força Aérea, realizada pelos atuais esquadrões de Patrulha da FAB, como a Busca e Salvamento. Em outra ocasião em que o pesquisador disponha de mais recursos e tempo, poderia verificar não só as capacidades operacionais do RPAS, mas, também, determinar o custo-benefício em relação a uma aeronave tripulada, verificando aspectos como custos de operação e manutenção e fator humano (formação, capacitação e valor agregado com a experiência).

REFERÊNCIAS

ALBERTS, David S.; GARSTKA, John J.; STEIN, Frederick P. **Network centric warfare: Developing and leveraging information superiority**. 2. ed. Washington. DoD CCRP, 1999.

ALBERTS, David S. et al. **Understanding Information Age Warfare**. Washington. DoD CCRP, 2001.

ALBERTS, David S. et al. **Power to the Edge: Command... Control... in the Information Age**. Washington. DoD CCRP, 2005.

ALBERTS, David. S.; HAYES, Richard. E. **Understanding command and control**. Washington. DoD CCRP, 2006. p. 87.

ASHWORTH, Peter. Lieutenant Commander, RAN. Unmanned Aerial Vehicles And The Future Navy. Working Paper No. 6. Sea Power Centre, Royal Australian Navy, 2001. Disponível em: http://www.navy.gov.au/w/images/Working_Paper_6.pdf. Acesso em 20 abr. 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1597/GC3, de 10 de outubro de 2018. Aprova a reedição da Concepção Estratégica Força Aérea 100 (DCA 11-45). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 180, f. 11266, 15 out. 2018.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Portaria nº 1.224/GC3 de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (DCA 1-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, 12 nov. 2020.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa/Estratégia Nacional de Defesa: versão sob apreciação do Congresso Nacional**. Brasília: MD, 2020.

CARVALHO, Roberto. Amazônia Azul. **Revista do Clube Naval**. Rio de Janeiro, n. 329, jan./fev./mar. 2004. p. 8-9.

CORDEIRO, Sandro Silva. O Emprego do VANT Como Plataforma Aérea de GE nas Operações Ofensivas. **Revista Liderança Militar**. Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 65- 73, 2005.

DUAN, G.; ZHANG, P. **Research on Application of UAV for Maritime Supervision**. Journal of Shipping and Ocean Engineering, China, 2014.

ELBIT SYSTEMS CUSTOMER TRAINING AND KNOWLEDGE SERVICES DEPARTMENT. **Hermes 900 UAS: System Operating Manual**. Israel, 2014. 556 p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Defense. Joint Chiefs of Staff. JP-1: **Doctrine of the Armed Forces of the United States**. Washington, 2017.

FOWLER, Michael. **The Strategy of Drone Warfare**. In: INTERNATIONAL SECURITY STUDIES SECTION CONFERENCE (ISSS/ISAC), 1., 2014, Austin, Tx. Paper. Austin, Tx: Usafa, 2014. p. 01 - 12. Disponível em: http://web.isanet.org/Web/Conferences/ISSS_Austin_2014/Archive/413dcd8-7790-49e0-a906-ef76470ccacc.pdf. Acesso em: 25 maio 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa** – 6. ed. – São Paulo, SP: Atlas, 2017.

GLOBAL SECURITY. Site que apresenta informações de caráter geral sobre estratégia, segurança e assuntos militares. **Broad Area Maritime Surveillance**. Disponível em <http://www.globalsecurity.org/intell/systems/bams.htm>. Acesso em 25 mar. 2022.

GREENBERG, Kyle. Sistemas aéreos não tripulados: qualidade, e não apenas quantidade. **Revista Military Review**. Kansas. Edição Brasileira v. jan.-fev. 2011. Disponível em: <http://militaryreview.army.mil>. Acesso em: 11 abr. 2022.

JANE'S. Jane's Information Group. **Israel Navy to deploy first UAVs**. Disponível em: http://www.janes.com/defence/news/jdw/jdw051223_1_n.shtml. Acesso em 25 mar. 2022.

MOFFAT, James. **Complex Theory and Network Centric Warfare**. Washington, 2005. CCRP Series.

OSINGA, Frans. *Science, Strategy and War: The Strategic Theory of John Boyd*. 2005. Disponível em: http://www.projectwhitehorse.com/pdfs/ScienceStrategyWar_Osinga.pdf. Acesso em: 01 maio 2022.

RAMOS, C.V. **Emprego de RPAS pela FAB para Execução da Ação de Patrulha Marítima na Defesa do Pré-Sal**. 2021. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 2021.

RICHARDSON, R. (coord.) et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

ROSA, Carlos Eduardo Valle. **Poder Aéreo: guia de estudos**. 2. ed. Rio de Janeiro: UNIFA, 2014. 468 p.

SILVA, Roger Pinesso. **O novo paradigma de Comando e Controle nas Operações Conjuntas**. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, v.2, n.2, p.381-400, 2014.

THOMPSON JR., Arthur A.; STRICKLAND III, A. J.; GAMBLE, John E. **Administração estratégica**. São Paulo: Mc Graw Hill, 2008.

USAF, **RPA VECTOR: Vision and Enabling Concepts 2013-2038**. Washington, Dc: USAF Headquarters, 2014. 101 p. Disponível em: http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/usaf/usaf-rpa-vector_vision-enabling-concepts_2013-2038.pdf. Acesso em: 10 maio 2022.

VENÂNCIO, A.G., FELDENS, J.F. **VANT em Missões de Guerra Eletrônica**. Disponível em: http://www.sige.ita.br/anais/IXSIGE/Artigos/GE_08.pdf. Acesso em: 01 abr. 2022.

VERGARA, S. C. **Projeto e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

APÊNDICE A – Transcrição da entrevista com especialista em operação do RPAS RQ-900

Pseudônimo: SME1

Experiência: Oficial Superior da FAB. Piloto de RPAS (RQ-450/RQ-900). Piloto com vasta experiência no emprego do RPAS. **Entrevista realizada em 18 maio 2022.**

Entrevistador: Qual a experiência do senhor com a operação de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (RPAS)?

SME1: Instrutor de piloto remoto interno e de voo de experiência nos RPAS RQ-450/900, voo simultâneo e station commander.

Entrevistador: Qual a experiência do senhor com missões IVR?

SME1: Bem familiarizado, piloto de reconhecimento desde 2009, 7 anos no Esquadrão Carcará e outros 7 no Esquadrão Hórus.

Entrevistador: Na opinião do senhor, quais as capacidades inerentes ao RPAS (RQ-900), positivas e negativas, para o emprego desse vetor em missões IVR?

SME1: Positivas: autonomia, furtividade, variedade de sensores e a permanência na área de interesse, bem como a possibilidade do enlace satelital.

Negativas: estrutura muito frágil, muito suscetível à meteorologia.

Entrevistador: Na opinião do senhor, essas capacidades inerentes ao RPAS poderiam ser utilizadas na Vigilância da Amazônia Azul?

SME1: Sim

Entrevistador: Na opinião do senhor, quais as características ambientais, as oportunidades e as ameaças (fatores externos), inerentes ao emprego do RPAS como plataforma IVR no ambiente marítimo?

SME1: Oportunidade: capacidade de operação noturna com sensor termal.

Ameaças: possibilidade de interferência no enlace, regras de tráfego aéreo.

Entrevistador: O senhor já atuou em alguma missão em que houve o emprego do RPAS como ferramenta do Sistema de Comando e Controle da Operação Conjunta? Quais eram as condições operacionais (emprego, produtos gerados, etc)?

SME1: Sim. Emprego para fiscalização de áreas de garimpo e desmatamento. Relatório de vigilância sempre é confeccionado e enviado ao órgão superior.

Entrevistador: Na opinião do senhor, qual é a maior aplicabilidade do RPAS (RQ-900) no Sistema de Comando e Controle e conseqüentemente no processo decisório em Operações Conjuntas?

SME1: A informação em tempo real é o grande objetivo e maior e melhor assessoramento possível. Os produtos (streaming de vídeo), permitiam aos tomadores de decisão entender o cenário em tempo real, avaliando a proporção de possíveis ameaças e contrapondo-as imediatamente.

Entrevistador: O senhor possui vasta experiência no emprego do RPAS. Na sua opinião, quais são as dificuldades vislumbradas no emprego do RPAS em suporte às operações militares em ambiente marítimo com a participação de outra força singular (Marinha do Brasil)?

SME1: A maior óbice com certeza é a doutrina de emprego diferente.

Entrevistador: Na opinião do senhor, quais as dificuldades encontradas na interação entre as forças singulares (EB/FAB/MB) na condução da operação com o emprego do RPAS?

SME1: Deveriam ter mais pedidos de cooperação de instrução (PCI), intercâmbios entre as Forças Armadas (FA), mitigando sobremaneira essa falta de comunicação.

APÊNDICE B – Transcrição da entrevista com especialista em operação do RPAS RQ-900

Pseudônimo: SME2

Experiência: Oficial Superior da FAB. Atua como chefe da Divisão de Gerenciamento de Dados do Centro Conjunto Operacional de Inteligência. Piloto da Aviação de Reconhecimento. Acompanhou missões do centro de controle do RPAS (RQ-900) sediado no COMAE.

Entrevista realizada em 16 maio 2022.

Entrevistador: Qual a experiência do senhor como chefe da Divisão de Gerenciamento de Dados do Centro Conjunto Operacional de Inteligência?

SME2: Passei a compor o efetivo do COMAE no início do ano de 2022. Desde então estou chefiando a Divisão de Gerenciamento de Dados (DIVGD) do CCOI. Entretanto, participei, em outra oportunidade, do conhecido exercício COMAEX, tendo a oportunidade de conhecer o atual ciclo de planejamento deste Comando. Além disso, também concorro à escala do efetivo da DIVOC (Divisão de Operações Correntes), como Supervisor de Defesa Aeroespacial.

Entrevistador: O senhor já acompanhou alguma missão do RPAS (RQ-900) do centro de controle instalado no COMAE?

SME2: Sim. Há uma IGCS (Indoor Ground Control Station) localizada nas instalações do COMAE. Nesta estação é possível realizar o controle por meio de satélite da RPA (Sistema Hermes) e de seu sensor em qualquer posição do território nacional, acompanhando em tempo real o desenvolvimento da missão. Vídeos, em tempo real e imagens de quadro (frames) coletadas por meio dos sensores Câmera de TV CCD e FLIR (IR Termal) do payload DCoMPASS e do sensor SkEye proporcionaram uma consciência situacional aos tomadores de decisão situados no centro de C².

Entrevistador: Na opinião do senhor, as capacidades inerentes ao RPAS (aeronave/sensores) poderiam ser utilizadas na Vigilância da Amazônia Azul?

SME2: Sim. A aeronave que atualmente é possível controlar através da IGCS (RQ-900) possui como característica a grande autonomia (em torno de 30 horas de voo). Esse ponto positivo associado ao controle satelital consegue-se abranger uma área considerável de vigilância. Entendo que a baixa velocidade de deslocamento da aeronave não seja fator impeditivo a este tipo de missão.

Com relação ao sensor utilizado atualmente (DCoMPASS), ele entrega imagens em tempo real nas faixas do visível (apenas missões diurnas) e termal (missões diurnas e noturnas). Se considerarmos a necessidade da furtividade e ter que voar em grandes altitudes para não ser

denunciada a posição da aeronave, seria possível a vigilância da área de interesse. Contudo, sem essa necessidade de não ser denunciada a sua posição, a aeronave poderia voar em altitudes mais baixas de modo que o sensor atual possa gerar imagens melhores do ponto de interesse, progredindo da “detecção” e partindo para o “reconhecimento” ou até mesmo à “identificação”. Vale ressaltar que a aeronave não foi empregada neste tipo de missão. Apenas em regiões de porto marítimo (área menor) em colaboração à outros órgãos federais. A maioria do emprego foi realizado sobre o continente.

Outro ponto importante, caso seja relevante à missão, a realização de comunicação entre RPA e outra aeronave voando à baixa altitude, executando a função de Posto de Comunicações no Ar.

Entrevistador: Na opinião do senhor, os produtos gerados pelo RPAS colaboram para a construção da consciência situacional do Teatro de Operações? Como?

SME2: Sim. O emprego por vezes pode acontecer por dias até a ocorrência da missão. Em função de sua capacidade de permanência por longos períodos é possível estudar todo tipo de movimentação da área de interesse. Há vários tipos de exemplos em que esse sistema foi empregado em território brasileiro. Podemos citar os eventos de grande vulto (Copa do Mundo, Olimpíadas, dentre outros) auxiliando as forças de segurança públicas como um posto de vigilância constante. Destaco também os empregos na Região Norte para observação de desmatamento e garimpo ilegal, além dos pontos de acesso para contrabando em regiões de fronteira.

Entrevistador: Na opinião do senhor, esses produtos gerados influenciaram no comando e controle da operação? De que maneira?

SME2: Devido à grande autonomia é possível manter *on-station* por períodos longos e gerar produtos (imagens) que são transmitidos em tempo real à estação em solo, como acompanhamento de veículos ou pessoas por longas horas em regiões que se faz necessário manter-se furtivo, localizando pontos ainda desconhecidos ou até mesmo em missões de área urbana, como no caso em que foi empregado nas missões de GLO realizadas na cidade do Rio de Janeiro, favorecendo o avanço de tropas em áreas de difícil acesso tornando-se o guia aos militares infiltrantes.

Entrevistador: Qual a opinião (positiva ou negativa) do senhor com relação ao recebimento de dados/informações em tempo real para o ciclo decisório (OBSERVAR, ORIENTAR, DECIDIR E AGIR)? O senhor poderia justificar?

SME2: Na maioria das vezes os resultados foram positivos. O trabalho, por vezes, diretamente com o cliente interessado na missão, contribuiu, dada a característica de geração de imagens

em tempo real assim como a geração de relatórios. As tomadas de decisões mais rápidas são inerentes a este tipo de processo. Entretanto, por poucas vezes foi presenciado que a difusão das imagens com muitos “clientes” (ou tomadores de decisão) acabou interferindo na operação, atrapalhando o desenvolvimento da missão. Apesar disso, posso opinar de forma positiva com relação à contribuição ao ciclo decisório.

Entrevistador: Na opinião do senhor, quais as dificuldades encontradas na interação entre as forças singulares (EB/FAB/MB) na condução da operação com o emprego do RPAS?

SME2: O Esquadrão de RPA da FAB completou 10 anos de existência. Praticamente o único sensor operacional utilizado foi o DCoMPASS. Em termos de desenvolvimento de doutrina, já foram realizados intercâmbios com países que utilizam o RPAS em suas Forças Armadas, para desenvolvimento de nossas próprias técnicas.

Em algumas missões (principalmente em GLO) a maior dificuldade encontrada foi a comunicação entre a tropa no terreno e o cliente que recebia a imagem em tempo real para que pudessem ser dadas as diretivas na condução da operação. Outro fator importante foi a falta de capacidade de diferenciar entre as tropas e civis (devido capacidade do sensor ou sistemas de identificação, como por exemplo, sinalizadores que pudessem identificá-los).

APÊNDICE C – Transcrição da entrevista com especialista em operação do RPAS RQ-900

Pseudônimo: SME3

Experiência: Oficial Superior da FAB. Piloto de RPAS (RQ-450/RQ-900). Piloto com vasta experiência no emprego do RPAS. **Entrevista realizada em 17 maio 2022.**

Entrevistador: Qual a experiência do senhor com a operação de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (RPAS)?

SME3: Piloto Remoto Interno desde 2018. Mais de 350 horas de voo, com experiência em voo em linha de visada e enlace satelital.

Entrevistador: Qual a experiência do senhor com missões IVR?

SME3: Apenas durante as operações IVR em Santa Maria nos anos de 2021 e 2022.

Entrevistador: Na opinião do senhor, quais as capacidades inerentes ao RPAS (RQ-900), positivas e negativas, para o emprego desse vetor em missões IVR?

SME3: Positivas: Autonomia, Enlace Satelital, Sensoriamento em Tempo Real

Negativas: Suscetibilidade meteorológica, necessidade de voar em espaço aéreo segregado, baixa velocidade para o caso de uma pronta-resposta, ausência de sistemas de autodefesa e ausência de armamento para emprego ar-solo (considerando uma missão IVR que culmine na necessidade de eliminação de um alvo de grande valor para a operação).

Entrevistador: Na opinião do senhor, essas capacidades inerentes ao RPAS poderiam ser utilizadas na Vigilância da Amazônia Azul?

SME3: Atualmente trabalhamos apenas com o sensor eletro-óptico que opera nas faixas infravermelho e visível. Ambas as faixas podem ser exploradas para a missão de vigilância. Além disso, considerando o baixo número de sistemas disponíveis, através do enlace satelital é possível estender o alcance da aeronave e realizar diversas missões a partir de um único sítio de lançamento.

Entrevistador: Na opinião do senhor, quais as características ambientais, as oportunidades e as ameaças (fatores externos), inerentes ao emprego do RPAS como plataforma IVR no ambiente marítimo?

SME3: O Esquadrão possui rasa experiência no ambiente marítimo.

Porém, vislumbra-se como ameaças para a execução da missão algumas condições atmosféricas como a reflectância solar na superfície do mar, o que dificultaria a visualização através do feixe visível do sensor.

Talvez uma oportunidade a ser explorada seja a linearidade da emissão infravermelha do ambiente marítimo, que possivelmente favoreceria a discriminação de um objeto emissor de calor.

Um ponto a se avaliar também seria a altitude mínima a ser voada, principalmente em período noturno, que permita a manutenção do voo sem que seja sonoramente percebido.

Entrevistador: O senhor já atuou em alguma missão em que houve o emprego do RPAS como ferramenta do Sistema de Comando e Controle da Operação Conjunta? Quais eram as condições operacionais (emprego, produtos gerados, etc)?

SME3: Sim. Normalmente é instaurado um Comando Conjunto (CCj) centralizado. Dentro do CCj é criado um CCOA que recebe e analisa as demandas do CCj. As demandas já filtradas são enviadas ao COMAE para alocação das aeronaves via OFRAG.

Por parte das RPAS, conforme ocorreu na operação PNSP-RJ, o ciclo entre a demanda da missão de ARP apresentada pelo CCj e o início do cumprimento da OFRAG pelo EsqAe girava em 24 horas. A partir do recebimento da OFRAG, o EsqAe tinha condições de decolar em 3 horas, partindo de uma situação de sobreaviso.

As imagens da missão eram transmitidas em tempo real para o CCj. Além disso, normalmente havia um elemento de ligação no sítio de operações para facilitar as ações. É favorável a interação entre as equipagens do RPAS e os militares de inteligência das forças envolvidas, onde contribuem de dentro da estação de pilotagem, facilitando a troca de informações com o centro de C² e entender as necessidades do cliente de forma a posicionar a aeronave e a visada dos sensores para melhores imagens das áreas de interesse.

Entrevistador: Na opinião do senhor, qual é a maior aplicabilidade do RPAS (RQ-900) no Sistema de Comando e Controle e conseqüentemente no processo decisório em Operações Conjuntas?

SME3: A disponibilização de imagem em tempo real. Constatou-se na Operação São Francisco que o suporte prestado pelo RPAS por meio de missões IVR, com a disseminação de informações atualizadas aos centros de inteligência e ao comandante da operação, colaborou para uma atualização da observação dentro do ciclo decisório, o que influenciou a construção de uma consciência situacional para o entendimento atualizado da situação na área de interesse. Por fim, toda missão era gravada e enviada ao CCj juntamente com um relatório de vigilância (REVIG), no qual são apresentados os tempos e movimentos da missão, para facilitar o uso do material gravado em um novo planejamento.

Entrevistador: O senhor possui vasta experiência no emprego do RPAS. Na sua opinião, quais são as dificuldades vislumbradas no emprego do RPAS em suporte às operações militares em ambiente marítimo com a participação de outra força singular (Marinha do Brasil)?

SME3: Inicialmente o desafio seria a padronização do formato das informações difundidas. Apesar dos documentos de referência do MD, seriam necessárias algumas reuniões iniciais para nivelamento não somente do formato das informações (ex: coordenadas geográficas, nomenclatura de categoria de alvos e suas descrições), mas também para que o “cliente” saiba como funciona a operação do ARP RQ-900 e as características do sensor embarcado.

Sobre o ambiente marítimo, o EsqAe possui experiência praticamente nula. Portanto, poderiam surgir novos desafios hoje desconhecidos.

Entrevistador: Na opinião do senhor, quais as dificuldades encontradas na interação entre as forças singulares (EB/FAB/MB) na condução da operação com o emprego do RPAS?

SME3: Entendimento do ciclo entre o pedido de missão e a execução da mesma, além do entendimento das características de operação da ARP e do sensor embarcado.