



# O EMPREGO DO SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA NA FAIXA DE FRONTEIRA AMAZÔNICA

Cap Inf Victor Vicente do Nascimento  
Cap QEM Nina Machado Figueira

## RESUMO

O Plano Estratégico do Exército prevê a implantação de núcleos e frações para operar Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), entretanto existe uma lacuna no que tange à escassez de estudos abrangendo SARP mais adaptados ao empregona faixa de fronteira amazônica, visto que os experimentos mais relevantes raramente contemplam essa necessidade. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo apresentar alguns requisitos operacionais necessários para um novo sistema mais adaptado a operar nessa região. Apesquisa foi efetuada a partir de uma revisão bibliográfica e discussão da literatura em que foram abordadas as principais características da Amazônia e sua implicação para o emprego dos sistemas mencionados. A metodologia foi desenvolvida através da seleção do bioma amazônico e SARP mais adaptados a essa região; elaboração de estudos de caso e pesquisas de campo para entender melhor a aplicação prática dos dados levantados na pesquisa bibliográfica e, por fim, foi feita uma análise dos dados e conclusão sobre as lições aprendidas em cada um dos instrumentos de pesquisa utilizados. Espera-se, com isso, contribuir para o desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre e fomentar o emprego de tecnologia na superação dos desafios advindos do combate moderno.

**Palavras-chave:** *Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas, Faixa de Fronteira Amazônica, Requisitos Operacionais*

## ABSTRACT

The Army's Strategic Plan foresees the implantation of nuclei and fractions to operate Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS), however there is a gap regarding the scarcity of studies covering RPAS more adapted to employment in the Amazon Frontier Range, since the experiments The most relevant ones rarely address this need. In this context, this article aims to present some operational requirements necessary for a new system more adapted to operate in this region. The research was carried out from a bibliographic review and discussion of the literature in which the main characteristics of the Amazon and its implications for the use of the mentioned systems were approached. The methodology was developed through the selection of the Amazon biome and RPAS most adapted to this region; elaboration of case studies and field research to better understand the practical application of the data collected in the bibliographic research and, finally, an analysis of the data and conclusion on the lessons learned in each of the research instruments used were made. This is expected to contribute to the development of the Terrestrial Military Doctrine and to encourage the use of technology to overcome the challenges arising from modern combat.

**Keywords:** *Remotely Piloted Aircraft System, Amazonian Frontier Strip, Operational Requirements.*

## 1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) têm sido empregados de forma crescente no mundo militar, tendo em vista sua grande versatilidade e crescente desenvolvimento tecnológico, capaz de processar e transmitir informações em tempo real, além de engajar alvos, dependendo da necessidade da missão.

Foram realizadas diversas pesquisas sobre o emprego de SARP, das quais pode-se destacar o trabalho realizado por Martini (2017) abordando o emprego do SARP pelo observador avançado no combate em ambiente urbano; Magalhães (2008) apresentou a proposta de emprego do SARP como um dos meios de reconhecimento do Batalhão de Infantaria Paraquedista, dentre muitos outros.

Entretanto, uma lacuna que permanece aberta é a escassez de publicações referentes ao emprego do SARP no ambiente operacional de selva.

O Exército Brasileiro (EB) participou, em integração com a Marinha e a Força Aérea, do Projeto Radiografia da Amazônia. De acordo com DSG (2010), esse projeto vislumbrava um SARP com radar emissor de ondas “P”, capaz de transpor a folhagem da copa das árvores e chegar até o solo, podendo fazer um levantamento topográfico mais preciso, o que ajudaria a completar os “vazios cartográficos” causados pela vegetação.

O EB organizou, no ano de 2017, uma atividade conhecida como AMAZONLOG, um grande exercício logístico simulado em que participaram cerca de 22 países em uma operação combinada, com destaque para o Brasil, Colômbia, Peru e Estados Unidos.

Dentre as novas tecnologias empregadas no exercício, cabe ressaltar o Tac 4G, um sistema de comunicação tática para ações militares (DOMBE, 2020). No caso específico do exercício, essa nova tecnologia permitiu melhores condições de levantamento de dados para missões de Inteligência, Reconhecimen-

to, Vigilância e Aquisição de Alvos (IRVA).

No exercício em questão, foi possível colher lições quanto ao emprego de SARP na Selva Amazônica, uma região que dificulta a transmissão de dados via sinal de radiofrequência, considerando as interferências causadas pelas matas densas e anomalias climáticas predominantes.

É notório que a Amazônia Legal constitui uma fonte de riquezas de grande importância estratégica para a nação. Nesse contexto, apesar da atuação constante das Forças Armadas, o Brasil ainda enfrenta sérios problemas de diversas ordens, pois a baixa densidade demográfica dentro da faixa de fronteira e as dificuldades de comunicações e deslocamento fizeram dos limites fronteiriços brasileiros uma área isolada frente aos principais países produtores de droga do mundo.

Dentre os crimes cometidos com maior frequência na faixa de fronteira, cabe destacar o descaminho, desmatamento ilegal e tráfico de drogas. Isso ocorre por vários fatores, dos quais cabe ressaltar a grande extensão territorial das fronteiras terrestres e a baixa quantidade de unidades de proteção e monitoramento, sejam elas militares ou civis.

Existem várias fontes bibliográficas que abordam sobre a atuação do BIS em diversas operações, bem como uma gama de pesquisas sobre o emprego do SARP pelo EB, todavia existe lacuna no que tange ao emprego da tecnologia na Amazônia: são escassas as pesquisas voltadas para os benefícios que o emprego do SARP pode trazer em relação ao monitoramento das fronteiras, pois essa atividade é feita in-loco pelas tropas do EB, situadas na vanguarda do território nacional.

Os ortomosaicos e reconhecimentos de curto alcance são exemplos de capacidades apresentadas pelos SARP e serão apresentadas no decorrer deste trabalho.

## 2 METODOLOGIA

Neste item, tem-se como finalidade descre-



ver, numa sequência lógica, como o trabalho foi desenvolvido, especificando os procedimentos realizados desde a escolha do tema até a obtenção do produto final proposto.

## 2.1 Objeto formal de estudo

Em concordância com o Plano Estratégico do Exército (2020-2023), no intuito de implantar os núcleos e frações de sistema de aeronaves remotamente pilotada (SARP) na F Ter, objetivando desenvolver as capacidades militares terrestres e obter superioridade no enfrentamento e de informações, o presente trabalho possui como tema geral, “O emprego do SARP na faixa de fronteira amazônica”.

O objeto formal de estudo está relacionado ao possível emprego do SARP na faixa de fronteira amazônica e terá seu marco temporal entre os experimentos doutrinários do EB com o SARP Catg 1 Horus FT-100 até o corrente ano. Fatos pontuais fora dessa delimitação poderão ser apresentados, dependendo de sua relevância para o trabalho.

Foram estudados os SARP, levando em consideração o emprego desses sistemas até no nível Grandes Unidades (GU), de acordo com o Manual de Vetores Aéreos da Força Terrestre.

## 2.2 Instrumentos

Os instrumentos de coleta de dados foram aplicados da seguinte forma: primeiramente, foi feita uma pesquisa bibliográfica e documental sobre o tema deste trabalho. Após isso, foram realizados três estudos de caso e duas pesquisas de campo a fim de confirmar, de forma prática, o conteúdo disposto na re-

visão de literatura. O quadro 1 representa quais os instrumentos utilizados, as amostras selecionadas e a previsão de execução.

## 2.3 Análise dos dados

O presente artigo é calcado na pesquisa bibliográfica e documental; todavia, serão utilizadas técnicas de análise de informações por meio de pesquisas de campo e estudos de caso. Foram feitas comparações entre alguns autores, bem como a apreciação subjetiva da literatura e documentos primários obtidos.

O trabalho foi produzido a partir da bibliografia estudada e posteriores comparações com os estudos de caso referentes ao SARP Horus FT-100, Hibrix 2.0, e demais instrumentos de pesquisa descritos no quadro 1.

A análise dos dados foi feita mediante texto descritivo, onde foram representadas as informações levantadas na revisão de literatura, estudos de caso e pesquisas de campo.

## 2.4 Procedimentos metodológicos

A inclusão de dados ocorreu conforme os seguintes critérios:

- critérios de inclusão: informações e fontes confiáveis que abordem sobre SARP civis e militares com foco nos requisitos que favoreçam o emprego na região Amazônica; e
- critérios de exclusão: informações e fontes confiáveis que abordem sobre SARP civis e militares classificados, conforme o Manual de Vetores Aéreos da Força Terrestre (EB20-MC-10.214), como Catg 3 ou superior, com características que desfavoreçam o emprego na região Amazônica.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção, apresenta-

INSTRUMENTO	AMOSTRA	PREVISÃO DE EXECUÇÃO
Pesquisa bibliográfica	Documentos, publicações, internet, livros e demais fontes de consultas disponíveis sobre o tema	FEV 20
Estudos de Caso	Hórus FT-100, Hibrix 2.0 e COTER	MAIO 20
Pesquisa de Campo	Campo de Instrução do Gericinó	JUN 20
	Centro de Instrução de Guerra na Selva (CIGS)	OUT 20

Quadro 1 - Instrumentos de pesquisa.  
Fonte: O autor

remos a pesquisa bibliográfica e documental que nortearam a argumentação teórica da pesquisa em questão.

### 3.1 Conceito de SARP e subdivisão em categorias

Por se tratar de um estudo de importante relevância no mundo tecnológico, fez-se necessário pontuar alguns conceitos visando definir melhor entendimento do assunto em pauta.

De acordo com Brasil (2020), SARP é o conjunto formado pelos seguintes módulos ou subsistemas:

- a. Plataforma Aérea – constituída pela ARP propriamente dita, incluindo grupo motopropulsor (elétrico ou a combustão), sistema elétrico e sistema de navegação e controle (SNC) embarcados, necessários ao controle, à navegação e à execução das diferentes fases do voo.
- b. Carga Paga ou Útil (payload) – compreende os sensores e equipamentos embarcados na plataforma aérea, que permitem o cumprimento das missões. De acordo com a capacidade de transporte da plataforma aérea, podem englobar: câmeras de sensores eletro-ópticos (EO) e infravermelhos (IR), radares de abertura sintética (Synthetic Aperture Radar - SAR) e detecção de atividades (Ground Moving Target Indicator - GMTI), apontadores/designadores laser (Laser Range Finder or Designator), dispositivos de comunicações e de guerra eletrônica (GE), acústicos, entre outros.
- c. Estação de Controle de Solo (ECS) – componente fixo ou móvel que realiza a interface entre o(s) operador(es), a ARP e a carga paga, permitindo o planejamento e a condução do voo e da missão. Poderá ser, conforme a categoria do SARP, portátil (transportada por um homem) ou embarcada em viaturas ou cabines (shelters). Normalmente é composta pelo terminal de pilotagem da ARP (para comando da plataforma aérea) e o terminal de controle do payload, os quais podem compor uma única estação conjugada ou estarem separados.
- d. Terminal de Transmissão de Dados (TTD) – consiste nos equipamentos necessários para realizar os enlaces entre a aeronave e a ECS, servindo tanto para o controle do voo (telemetria e telecomando) quanto para o controle da carga paga e a coordenação com os órgãos de Controle de Tráfego Aéreo (CTA). A ARP pode ser controlada das seguintes formas:
  - 1) Em linha de visada (Line Of Sight – LOS) – refere-se à situação em que o controle de pilotagem é caracterizado pela ligação direta (ponto a ponto) entre a Estação de Controle de Solo e a aeronave; e
  - 2) Além da linha de visada (Beyond Line Of Sight – BLOS) – neste caso, o controle de pilotagem é realizado por meio da utilização de satélite ou re-

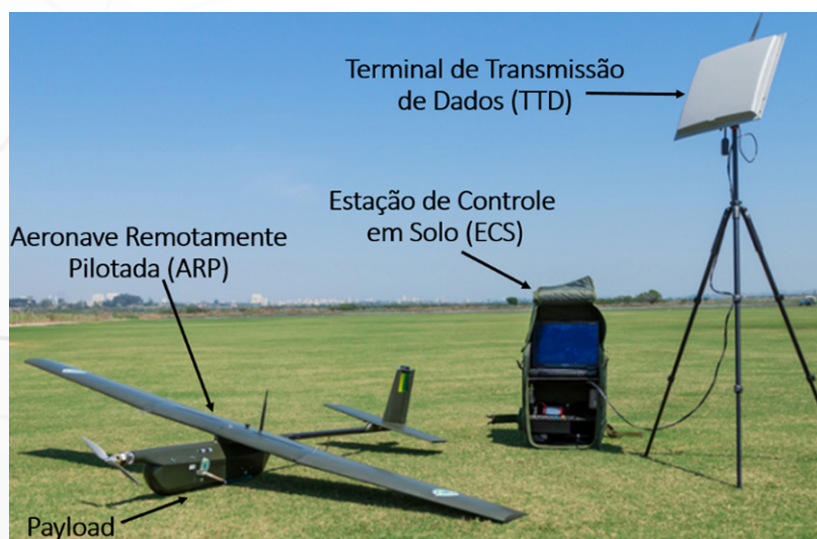


Figura 1 - Sistema Hórus FT 100 (ARP, ECS e TTD)  
Fonte: FT Sistemas



lay de comunicações. (BRASIL, 2020).

Existem outras terminologias que são tratadas pela mídia e veículos de informação como “drone” e Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), entretanto, essas nomenclaturas são referentes apenas à Plataforma Aérea ou Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), não ao sistema como um todo, constituído por mais de uma aeronave e pelos outros módulos apresentados.

Com o intuito de ilustrar os módulos apresentados anteriormente, segue a imagem do SARP Hórus FT-100 adquirido pelo Exército Brasileiro, conforme figura 1.

Outro fator importante a ser considerado é a divisão desses sistemas em categorias. No advento do Manual de Vetores Aéreos da Força Terrestre, em 2014, as categorias dos

Grupo	Categoria (Cat)	Elemento de Emprego	Nível de Emprego
III	5	MD/EMCFA	Estratégico
	4	C Cj	Operacional
II	3	CEx/DE	Tático
I	2	DE/Bda	
	1	Bda/U	
	0	até SU	

Quadro 3 - Classificação atualizada dos SARP para a F Ter.  
Fonte: (BRASIL, 2020, p. 4-5).

### 3.2 A floresta Amazônica e implicações para o emprego de SARP

De acordo com Polon (2018), a floresta Amazônica é dividida em três estratos: a Mata de Igapó, localizada próximo dos rios ou em regiões inundadas durante todo o ano; a Mata de Várzea que sofre inundações em alguns períodos do ano e a Mata de Terra Firme, que não sofrem inundações em qualquer que seja o período.

Outro detalhe relevante, corresponde à predominância do clima equatorial úmido, que se caracteriza pelas constantes chuvas ao longo do ano aliadas a uma temperatura média anual elevada e, consequentemente, um índice de umidade relativa do ar relevante e constante ao longo do ano.

Dadas as peculiaridades dessa região, verifica-se que a presença de grandes árvores, o alto índice de umidade relativa do ar e as constantes chuvas dificultam a transmissão de dados e reduz o alcance entre o plataforma aérea e estação de controle em solo.

Ademais, os rios caudalosos, lagos e igarapés apresentam um risco para os componentes eletrônicos do SARP em caso de queda da pla-

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 <sup>3</sup>
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 <sup>2</sup>
1	Pequeno	até 5.000 ft (1.500m)	LOS	27	~2	U/Rgt <sup>1</sup>
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.

Quadro 2 - Classificação e categorias dos SARP para a F Ter.  
Fonte: (BRASIL, 2014, p. 4-5).

SARP eram divididas conforme quadro 2:

Posteriormente, esta tabela sofreu modificações a fim de incluir a padronização em grupos de acordo com a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), atualizar os níveis de emprego e características gerais contidas na tabela anterior, chegando a atual configuração constante no quadro 3.

taforma aérea. Outra característica importante é a ação destrutiva dos galhos e folhas das árvores sobre as hélices do SARP, no caso dos multirotores, em uma possível necessidade de missões de voo na altura da copa das árvores.

Pode-se reduzir o efeito das ações dessa natureza contra os componentes SARP através da implementação de algumas adaptações que serão apresentadas a seguir, contudo tais informações não contemplam todas as melhorias necessárias para um sistema ideal, sendo plenamente possível e viável a apresentação de estudos complementares.

### 3.2.1 Requisitos de transmissão de dados e alcance

Conforme Terra (2014) a faixa de frequência destinada pela ANATEL para os drones em uso na segurança pública pode variar entre 4910 MHz e 4990 MHz, classificada como Super High Frequency (SHF).

Esse tipo de frequência é mais eficiente quando comparada com a High Frequency (HF) devido às constantes anomalias atmosféricas, à grande umidade do ar e ao efeito de absorção das ondas causado pela folhagem das árvores.

O nível de potência do sinal também pode ajudar a aumentar o seu alcance, quanto maior a potência, maior o alcance que poderá ser atingido. Entretanto, equipamentos de maior potência são mais pesados e demandam maior consumo de energia.

Por esses motivos, é necessário que seja feito um estudo mais aprofundado a fim de encontrar o peso ideal dos equipamentos com a finalidade de não perder a portabilidade por parte do operador e do piloto, bem como ser possível embarcar como payload à plataforma de voo.

Concernente ao alcance, além da transmissão de dados, faz-se necessário que a ARP possua uma autonomia que lhe permita atingir as distâncias necessárias ao cumprimento da missão, bem como tempo hábil para realização de reconhecimento de pontos, eixos e zonas.

### 3.2.2 Requisitos para resistência à umidade

De acordo com Neto (2019), existe uma norma que quantifica o grau de resistência de um equipamento eletrônico. Esses graus são representados por um conjunto alfanumérico em que o “IP” significa Índice de Proteção, o primeiro dígito marca a proteção contra sólidos e o segundo contra água.

Esse estilo de medição geralmente é empregado na classificação de smartphones, todavia existem drones com proteção nível IP 67, permitindo-lhes flutuar na superfície dos rios e levantar voo a partir desta.

Tal característica proporciona uma maior conservação do equipamento eletrônico, mesmo em contato direto com chuva, umidade e em uma possível queda do equipamento nos rios.

Neste último caso, o fato desse nível de resistência permitir a fluidez do módulo de voo, o módulo de controle em solo torna esses equipamentos mais fáceis de serem encontrados, mantendo-os em boas condições de uso para as próximas missões em caso de queda na água.

### 3.2.3 Requisitos para resistência aos impactos mecânicos

Uma característica necessária à maioria dos equipamentos de emprego militar é a resistência contra impactos e choques. Quanto maior a resistência, maior será a durabilidade do material.

Atenção especial deve ser dada a essa característica para que o índice de proteção contra impactos mecânicos seja o máximo possível e não caracterizar esse MEM como frágil.

Esse índice de proteção é medido por um código alfanumérico em que “IK” é o índice de proteção contra impactos mecânicos e os dois números representam o índice mínimo “00” em que não há proteção contra impactos e o índice máximo “10” no qual o equipamento suporta



um impacto de até 20 Joules, correspondente ao choque de um corpo de metal preso em um pêndulo em uma altura de 400 mm e solto diretamente no equipamento considerado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos três estudos de caso e duas pesquisas de campo realizadas, foi possível verificar a capacidade de levantamento de dados, o grau de sigilo com o qual as aeronaves desempenharam seu papel, bem como alguns pontos positivos e oportunidades de melhoria observados por meio do emprego prático dos SARP discriminados a seguir.

### 4.1 Estudo de caso Hórus FT-100

Segundo Rocha (2010), o Instituto Militar de Engenharia (IME) e a empresa FT Sistemas fizeram uma parceria desenvolver o primeiro SARP a ser empregado pela Força Terrestre, o Hórus FT-100, apresentado na figura 1 acima já apresentado.

Em 2014 esse sistema foi homologado como produto de defesa estratégica por intermédio da Portaria nº 2.640, de 08 de outubro de 2014, do Ministério da Defesa e, posteriormente, foi padronizado para o EB por meio da Portaria nº 227 do Estado-Maior do Exército, de 22 de setembro de 2015.

Após seguidos testes com esse sistema, os relatórios apresentaram as seguintes informações:

Nas missões de busca e aquisição de alvos, foi possível chegar ao nível de eficácia (momento em que os tiros das peças de artilharia estão perfeitamente regulados para acertar o alvo) com maior rapidez tendo em vista que o emprego da câmera de alta resolução equipada com sensor de imageamento tempo real e giro estabilizado facilitou a detecção do alvo e o cálculo das distâncias.

Como possibilidades, foram levantadas a capacidade de operar dia e noite devido à

tecnologia de visão noturna da câmera e visão termal com inversão de polaridade, identificando as variações térmicas do terreno em contraste com a temperatura do corpo humano.

Essa ARP não necessita de pista para decolagem e pouso; pode operar nos modos de voo manual e automático por sistema de “waypoints” por meio de um sistema de navegação próprio; e possui função “go home”, que permite o retorno à plataforma aérea para o ponto de lançamento em caso de perda de sinal de rádio frequência.

Como limitações, foi observado que a plataforma aérea depende de condições meteorológicas favoráveis para a decolagem; a máxima velocidade do vento de solo é de até 15 kt; necessita de espaço aberto para o lançamento e recolhimento de constante adestramento dos operadores devido à complexidade técnica do sistema; ainda assim, verificou-se que somente pessoal especializado pode operá-lo.

Além disso, mudança de transmissão de analógica para digital ainda está em desenvolvimento pela FT Sistemas; cada sistema só pode operar uma aeronave por vez; e a plataforma aérea não pode ser recolhida sobre superfície aquática.

### 4.2 Estudo de caso Hibrix 2.0

A partir do dia 24 de novembro de 2010, foi instituída uma sequência de experimentos com a ARP HIBRIX 2.0. Inicialmente, a empresa Quaternium, localizada em Valência, Espanha, realizou um teste de autonomia de voo com o objetivo de quebrar o recorde mundial dentre as ARP multirotóres.

Conforme Carlos (2020), o voo durou aproximadamente 4 h e 40 minutos, fato este que tornou esta ARP como a melhor em autonomia, quando comparada com as demais concorrentes do mercado. Essa comparação pode ser mensurada com maior precisão pela visualização do gráfico 1.

Quanto à autonomia, a ARP estudada demonstrou possuir excelente desempenho,

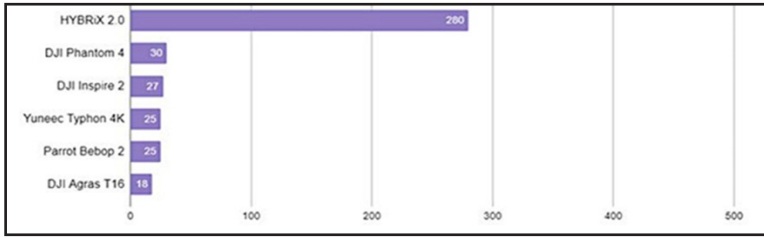


Gráfico 1 - ARP multirotores de maior autonomia no mercado  
Fonte: (CARLOS, 2020)

tendo em vista que o tempo de voo excede mais de 4 (quatro) vezes em comparação com as demais ARP do estilo multirotores de emprego civil pesquisadas neste trabalho.

O fato dessa ARP usar a tecnologia VTOL (Vertical Take-Off and Landing)<sup>1</sup> torna esse sistema favorável ao emprego na Amazônia, possibilitando o pouso e a decolagem a partir de clareiras de embarcações, quando a situação exigir.

Outra situação que cabe ser salientada é o emprego na chuva. A ARP Hibrix 2.0 foi utilizada na chuva sem apresentar problemas quanto ao seu funcionamento. A Floresta Amazônica é uma região com frequentes períodos chuvosos e o clima Equatorial Úmido interfere negativamente nos componentes eletrônicos. A resistência à chuva consiste em uma característica favorável ao emprego em região amazônica.

Quanto às características da payload, a possibilidade de utilização em modo infravermelho para rastrear objetos e realizar zoom de aproximadamente 30x é altamente favorável nas missões que envolvem Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos (IRVA), bem como para emprego na vigilância do próprio aquartelamento e área patrimonial, dentre outras missões.

Esse sistema apresentou dois aspectos desfavoráveis para um SARP Catg 1: alcance de

até 12 km e ruído dos rotores elevado. A primeira característica demanda incrementos para o aumento do seu alcance de emprego devido às longas distâncias na selva, posto que, apesar da excelente autonomia, os enlaces de dados necessitam ser obtidos em distâncias maiores. Quanto ao ruído, serão necessárias medidas para suprimi-lo, tendo em vista a necessidade do sigilo nas operações.

### 4.3 Estudo de caso do COTER

Em outubro de 2019, o Comando de Operações Terrestres (COTER) realizou um estudo referente ao emprego do SARP em diferentes regiões do país. O ambiente Amazônico é designado como Ambiente Operacional de Selva, estando, assim, inserido nos ambientes com características especiais, objeto da pesquisa em pauta (BRASIL, 2017).

Como resultado preliminar, as diferentes categorias do SARP obtiveram desempenhos favoráveis e desfavoráveis quando testados nos diferentes ambientes operacionais. As indicações e contra indicações foram compiladas e dispostas conforme quadro 4:

AMBIENTE OPERACIONAL	CATEGORIAS DE SARP					
	Catg 0	Catg 1	Catg 2	Catg 3	Catg 4	Catg 5
<b>Selva</b>	Não	Sim				
Pantanal						
Caatinga	Sim					
Montanha						
Área edificada (*)						

(\*) Apesar de não ser considerado como ambiente operacional (por poder ser encontrado em qualquer um desses ambientes) será aqui considerado devido à importância do emprego de SARP nesse tipo de operação complementar.

Quadro 4 - Categoria dos SARP e os ambientes operacionais  
Fonte: (COTER, 2019)

Através deste estudo, foi possível verificar que o emprego de equipamentos de Catg 0 não é o mais adequado para a região Amazônica, pois suas características operacionais, como o seu baixo alcance de utilização e pouca capacidade de

<sup>1</sup> Vertical Take-Off and Landingsignifica pouso e decolagem na vertical. Existem aeronaves como caças, helicópteros e ARP que não necessitam de pista para decolar e pousar, tendo em vista que podem executar esta ação na linha vertical da posição onde se encontram.





comportar payload, não são as mais adequadas.

Outro aspecto observado, deu-se sobre a importância dos procedimentos quanto à guarda, ao armazenamento e à manutenção preventiva em primeiro escalão, ou seja, manutenção sumária. Caso esses procedimentos não sejam adotados, ocorrerão danos prematuros, como corrosão de componentes metálicos, aparecimento de fungos e sujeira nas lentes das câmeras, dentre outros problemas decorrentes dos altos níveis de temperatura e umidade.

Cabe ressaltar que, mesmo tendo um custo inicial superior, é mais vantajosa a aquisição dos meios classificados como SMEM, nas operações militares em situação de guerra e não guerra, pela segurança criptográfica e pela facilidade da logística.

#### 4.4 Pesquisa de Campo em Gericinó

No dia 18 de junho de 2020, às 07:00h da manhã, foi realizada uma pesquisa de campo na área de acampamento em Gericinó. Essa atividade foi realizada com a finalidade de testar os dados operacionais do SARP Mavic Pro, da empresa chinesa DJI, descritas no transcrito deste tópico.

Inicialmente, foi feito um teste de voo vertical em situação de VLOS (Vertical Line of Sight), que consiste na distância a partir da qual o piloto consegue manter um contato visual com a ARP sem o auxílio de binóculos ou lentes para aproximação da imagem, sendo considerado o uso de óculos ou lentes de contato para corrigir as imprecisões da visão natural humana.

Como resultado, foi verificada, dentro da altura permitida por lei para voo de

SARP, a possibilidade de ouvir e enxergar com dificuldade a ARP, sabendo que esta se encontrava sobrevoando exatamente acima da posição do piloto. O quadro 5 fornece uma visão mais ampla dessa experiência:

Como conclusão parcial desse teste, foi possível manter contato visual e ouvir o som emitido pelos rotores da ARP utilizada na pesquisa de campo, dado o fato de as condições do experimento serem favoráveis e não haver interferências externas.

No caso de combate, essa ARP pode se tornar imperceptível aos olhos e aos ouvidos humanos, levando em consideração o aumento do estresse em combate; o som emitido por viaturas, tiros e outras fontes sonoras; a atenção voltada para atividades como: engajamento com o inimigo; retraimento ou fuga, podem reduzir a atenção e a percepção de aproximação da ARP.

Através da câmera desse SARP, foi possível identificar uma fileira de VBTP-MR Guarani juntamente com uma barraca de campanha, duas Vtr 5 Ton, um veículo civil, cones, um Carro de Combate modelo M-41 e militares trafegando na região.

Nesse caso específico, a plataforma aérea se encontrava a 200 metros de distância medidos na horizontal das Vtr Guarani 50 metros de altura em relação ao solo. A esta distância, a ARP estava imperceptível visual e auditivamente, entretanto foi possível captar a imagem descrita na figura 2.

Mesmo com uma câmera considerada como limitada em recursos, observou-se a possibilidade de realizar um excelente levantamento de imagens, além de verificar que o software e o hardware da câmera embarcada no SARP DJI

modelo Mavic Pro permitiu produzir um levantamento de dados satisfatório. Mesmo sabendo a direção e a altitude da ARP, não foi possível observá-la nem ouvir o som emitido por seus rotores.

Altitude	100 pés	200 pés	300 pés	400pés
Condições				
ARP visível?	Sim, com facilidade	Sim	Sim, com dificuldade	Sim, com dificuldade
ARP audível?	Sim, com facilidade	Sim	Sim, com dificuldade	Sim, com dificuldade

Quadro 5 - Teste de visibilidade e acuidade auditiva  
Fonte - o autor.

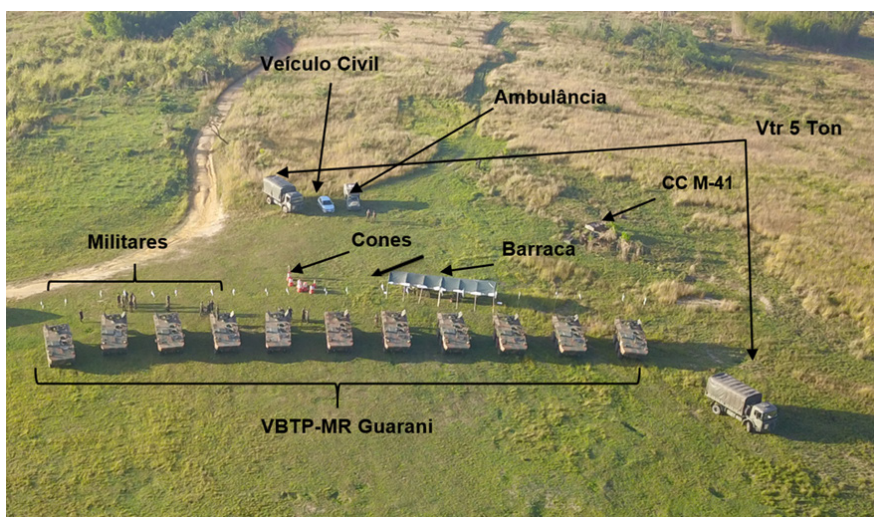


Figura 2 - Imagem colhida a partir da câmera do SARP DJI Mavic Pro  
Fonte: o autor

Esse SARP possui inteligência artificial (IA) para identificação de objetos em movimento, podendo ser feita uma configuração para a ARP segui-los automaticamente. Caso essa inteligência artificial seja configurada para identificar tropas no terreno, tipo e modelo de viaturas militares, embarcações e outros objetos importantes para o cumprimento das missões, será possível realizar uma detecção mais eficiente e permitir ao Comandante uma tomada de decisão mais acertada.

Na presente pesquisa, foi identificada a incidência de neblina em parte do deslocamento da ARP, fenômeno este que prejudicou a nitidez da observação da área em questão, concluindo-se, parcialmente, sobre a necessidade de um sensor que permita a visão através da neblina, a fim de garantir uma maior versatilidade ao sistema.

Como produto deste trabalho, as seguintes

Características Operacionais	Descrição
Alcance máximo com transmissão de dados em tempo real	4,84km
Autonomia da bateria	20-25 min
Identificação de VBTP-MR Guarani	500m (zoom máximo)
Zoom Digital	2 vezes
Peso Aproximado	800g
Dimensões Aproximadas (dobrado)	8cm x 8cm x 20cm

Quadro 6 - Capacidades operacionais do SARP DJI Mavic Pro  
Fonte - o autor

características operacionais do SARP DJI Mavic Pro foram levantadas conforme consta no quadro 6:

Na conclusão parcial desta pesquisa de campo, verificou-se que a maioria dos resultados obtidos pelo estudo de caso do COTER foram confirmados na prática, entretanto, mesmo que esse estudo tenha concluído sobre as características

desfavoráveis para o emprego na Amazônia, algumas vantagens foram observadas, como a possibilidade de realizar um bom levantamento de imagens a 200m (duzentos metros) de distância do alvo no período diurno e a transportabilidade do sistema Mavic Pro em relação às Catg superiores nos quesitos volume e peso.

#### 4.5 Pesquisa de campo no CIGS

Entre os dias 27 e 29 de outubro de 2020, foi realizada uma pesquisa de campo envolvendo uma parceria entre militares da EsAO, CENSIPAM, 4º Centro de Geoinformação (CGEO) e CIGS além da participação de integrantes da Xrobots, empresa responsável pela fabricação e testes do SARP Catg 2 adquirido para o EB.

Como produto do primeiro dia de trabalho, foi produzido uma ortomosaico da comunidade Bom Sucesso, para oferecer um conjunto de imagens digitais a fim de auxiliar o planejamento dos alunos do Curso de Operações na Selva em ocasiões futuras, visto que essa localidade é constantemente utilizada no módulo de ataque à localidade. Conforme Mappa (2020),



“um ortomosaico é o primeiro resultado entregue em um processamento de imagens de drones e serve como base para outros mapas temáticos, como o Modelo Digital de Terreno, o Modelo Digital de Superfície e as curvas de nível, por exemplo”.

Uma ilustração desse ortomosaico pode ser visto através da figura 3, entretanto, com o arquivo original, é possível obter detalhes com uma precisão maior em comparação com imagens de satélites fornecidas na internet, posto que essas imagens nem sempre estão atualizadas com as últimas modificações e eventos ocorridos. No caso específico, existem duas grandes diferenças a serem observadas: a incidência solar



Figura 4 - Imagem da Faz Bom Sucesso pelo SARP Catg 0  
Fonte: o autor

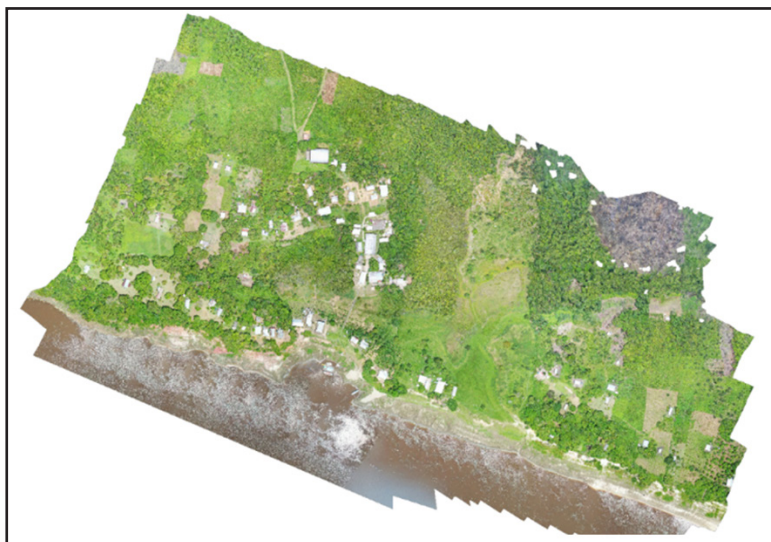


Figura 3- Ortomosaico da Comunidade Bom Sucesso (Mavic Pro 2)  
Fonte: o autor

e o baixo nível do rio.

Para comparar com maior precisão a eficiência dos dados oferecidos pelo ortomosaico, foi disposta uma parte da carta 1/100.000 disponível pela Base de Dados Geográficos do Exército (BDGEx). Após isso, foi coletada a mesma área pelo Google Earth. Todavia, essas imagens não apresentaram a riqueza e quali-

dade da ortoimagem representada na figura 4, visto que esse levantamento forneceu detalhes que não existiam na época da confecção da carta e do imageamento de satélite fornecido pela empresa Google, como pode-se citar: a construção de novas casas, situação atual das plantações e do rio Amazonas, que estava em período de vazante, além da alta qualidade das imagens apresentadas, proporcionando um maior nível de nitidez e confiabilidade.

O mesmo foi feito no dia 29 de outubro, modificando-se a região mapeada, que compreendeu a área da Base de Instrução nº 4 (BI 4). O SARP utilizado nessa fase da pesquisa foi o Arator 5B, da empresa Xmobots.

A precisão das imagens geradas foi ainda maior com esse sistema, pois além de gerar o ortomosaico em 2D, semelhante ao que foi feito na Comunidade Bom Sucesso, o sistema permitiu produzir um mosaico digital em 3D possível de ser visto por intermédio de um programa de vídeo, figura 5. A visualização em três dimensões apresenta ser uma tecnologia disruptiva por oferecer a perfeita noção de



Figura 5 - BI 4 representada em mosaico 3D  
Fonte: (XMOBOTS, 2020)

relevo ao usuário, tornando obsoleto o estudo das curvas de nível.

Não foi possível realizar experimentos noturnos devido à ausência de tecnologia termal, luz residual ou outras tecnologias que permitissem obter resultados satisfatórios.

Como resultado desta pesquisa de campo, pode-se obter imagens atualizadas de algumas áreas utilizadas no Curso de Operações na Selva. Essas imagens encontram-se disponíveis na Divisão de Doutrina e Pesquisa do CIGS.

Outro aspecto que cabe ressaltar foram os ensinamentos colhidos pelo trabalho conjunto dos militares da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais com o CIGS, Centro Gestor do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM), 4º Centro de Geoinformação (CGEO) e da empresa Xmobots. Esses ensinamentos foram fundamentais para refinar e corrigir os requisitos operacionais propostos como um dos produtos finais da pesquisa.

## 5 CONCLUSÃO

A análise da revisão de literatura desperta no pesquisador a visão sobre a premente necessidade de desenvolvimento de tecnologia que permita aumentar a presença do Estado na faixa de fronteira Amazônica que, hoje, se resu-

me a unidades isoladas situadas a, aproximadamente, trezentos quilômetros de distância.

Uma das formas do aumento da presença do Estado é o emprego de SARP, não só de Catg 1, como é o caso do Hórus FT 100, padronizado pelo EB, mas pelas demais categorias, a fim de promover maior modularidade de emprego das tropas: quanto maior a quantidade de sistemas disponíveis nas tropas da

fronteira, maior versatilidade haverá no cumprimento das missões, maior o nível de consciência situacional para os comandantes em todos os níveis, as missões podem ser cumpridas com maior eficiência e vidas podem ser salvas posto que esse sistema não necessita de um tripulante e pode gerar informações que sirvam de base para o planejamento de ações preventivas contra possíveis atos hostis do inimigo.

Por meio dos estudos de caso apresentados, visualizou-se os resultados de pesquisas anteriormente realizados pelo COTER, estudos estes que foram confrontados com a pesquisa de campo em Gericinó. Outro estudo de caso realizado foi com o SARP Hibrix 2.0, em que se pôde observar características favoráveis ao emprego na Amazônia e incluir algumas destas nos RO propostos ao fim do trabalho.

A oportunidade de levantar alguns dados na prática com esse sistema foi altamente proveitosa, levando em conta a possibilidade de deduzir acerca do aumento das capacidades quando em comparação com a Catg 1.

Concernente à pesquisa de campo do CIGS, foi possível produzir ortoimagens pelas ARP modelo DJI a 200m de altura sobre o solo. A essa altura não foi possível ver nem ouvir a aeronave, ou seja, é possível realizar o mapeamento de pequenas locali-



dades a uma distância de segurança de 200 a 300m de distância do local desejado desde que a ARP realize essa ação a 200m de altura.

Quanto ao SARP Arator 5B, apesar de ser classificado como categoria 0 pelo seu baixo alcance, possui uma autonomia que pode chegar a 66 min, sendo possível realizar o reconhecimento e o mapeamento de áreas maiores e emitir um ruído mais baixo quando comparado com as ARP modelo DJI.

Uma das características mais proveitosas desta pesquisa de campo foi a possibilidade de compartilhar experiências entre todos os integrantes das repartições presentes, o que tornou possível refinar ainda mais os requisitos de acordo com a realidade.

Através desta pesquisa, foi possível verificar o processo de digitalização do espaço de batalha e verificar as vantagens da transição dos mapas e cartas topográficas do papel para o meio digital que são, principalmente, o aumento na riqueza de detalhes, a atualização da real situação da região estudada e o georreferenciamento, fator facilitador para a orientação no espaço.

Além das imagens demonstradas no presente artigo, foram produzidas propostas para os Requisitos Operacionais dos SARP Catg 1, visto que este documento ainda não foi publicado, além de uma proposta de seleção de pilotos, representadas por um fluxograma, e uma sugestão para a inclusão da turma de SARP no organograma dos Pelotões Especiais de Fronteira, Companhias Especiais de Fronteira e Batalhões de Infantaria de Selva com encargo de fronteira.

Cabe salientar que o estudo apresentado não é suficiente para esclarecer todas as lacunas referentes ao estudo de SARP na Amazônia. Conforme abordado anteriormente, existem áreas do conhecimento que carecem de estudo a fim de conduzir o Brasil ao estado da arte em relação a esse tema, como seguem os países desenvolvidos do mundo.

Por fim, espera-se que os resultados apresentados no presente trabalho estejam ali-

nhados com as necessidades do Comando de Operações Terrestres, permitindo a utilização desta proposta de requisitos como base para planejamento de aquisição de novos SARP, com intuito de destiná-los aos elementos isolados da Faixa de Fronteira, a fim de que estes possam acompanhar a evolução doutrinária e tecnológica pela qual está passando o Exército Brasileiro e cumprir a sua missão no mais alto nível de excelência.

---

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Planalto.gov.br. **Lei complementar nº 124**, de 3 de janeiro de 2007, 03 Janeiro 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/LCP/Lcp124.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp124.htm)>. Acesso em: 18 maio. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB 10-P-01.007. Plano Estratégico do Exército 2020-2023**. 1 ed. Brasília-DF, 2020.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Estado-Maior do Exército. **EB70-MC-10.223: Operações**. Brasília, DF, ed. 5, 2017c. [S.l.]: [s.n.], 1 ed. Brasília-DF, 2017.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **EB-20-MC-10.214.Vetores Aéreos da Força Terrestre**. Brasília-DF, 2014.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **EB-20-MC-10.214.Vetores Aéreos da Força Terrestre**. Brasília-DF, 2020.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. COTER. **Estudo Sobre o Emprego de SARP Catg 0 no Ambiente Amazônico e de Pantanal**. Brasília, v. 1, n. 1, p. 4, out 2019.

BDGEx. **Base de Dados Geográficos do Exército, 2008.** Disponível em: < <https://bdgex.eb.mil.br/bdgex/>>. Acesso em 2 nov. 2020.

GOOGLE EARTH-MAPAS. **Fazenda Bom Sucesso, 2020.** Disponível em: < <https://www.google.com/maps/place/Manaus>>. Acesso em: 02 set. 2020.

CARLOS, F. **Drone Quaternium HYBRiX 2.1 bate recorde voando por incríveis 8 horas e 10 minutos, 2020.** Disponível em: <<https://mundoconectado.com.br/noticias/v/12704/drone-quaternium-hybrix-21-bate-recorde-voando-por-incriveis-8-horas-e-10-minutos>>. Acesso em: 26 abr. 2020.

DOMBE, A. R. **O Tac4G atualizado da IAI permite integração com UAVs táticos.** Israeldefense, 2020. Disponível em: <<https://www.israeldefense.co.il/en/node/33913>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

DSG. **Projeto Radiografia da Amazônia - 2008.** Disponível [http //www.dsg.eb.mil.br/prjram/](http://www.dsg.eb.mil.br/prjram/) [capturado em 2 agosto 2010], 2010. Acesso em: 20 jun. 2020.

FT Sistemas: **Quem somos.** 2015. Disponível em: <<http://ftsistemas.com.br/quem-somos/>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

IBGE. **ZEE Amazônia Legal, 2014.** Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15844-zee-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

MARTINI, J.C. **O Emprego do Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada pelo Observador Avançado no Combate em Ambiente Urbano.** Dissertação. (Mestrado em Ciências Militares). Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro. 2017.

MAGALHÃES, B.B.F. **Meios Orgânicos de Reconhecimento do Batalhão de Infantaria Paraquedista: avaliação e propostas.** Dissertação. (Mestrado em Ciências Militares). Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro. 2008.

\_\_\_\_\_. **L. Amazônia Legal.** Todamateria, 05 março 2018. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/amazonia-legal/>>. Acesso em 20 jun. 2018.

MAPPA. **Ortomosaico: tudo o que você precisa saber,** 11 novembro de 2019. Disponível em: <<https://mappa.ag/ortomosaico-tudo-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em 2 nov. 2020.

NETO, N. **Entenda o que são as siglas de certificação IP67 e IP68 e se você precisa delas, 2019.** Disponível em: <<https://mundoconectado.com.br/artigos/v/5288/entenda-o-que-sao-as-siglas-de-certificacao-ip67-e-ip68-e-se-voce-precisa-delas>>. Acesso em: 16 maio. 2020.

POLON, L. Terra Educação. **Estudo Kids, 2018.** Disponível em: <<https://www.estudokids.com.br/biomas-brasileiros/>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

QUATERNIUM. **Vigilância, 2019.** Disponível em: <<https://www.quaternium.com/uas/surveillance/>>. Acesso em: 25 abr. 2020.

ROCHA, R.G. **O sistema Hórus FT-100 na EsACosAAe: uma nova era na especialização de operadores de SARP do Exército Brasileiro.** (artigo científico) - EsAO. Rio de Janeiro, RJ, 2020.

XMOBOTS. Arator Séries. **Arator 5B, 2020b.** Disponível em: <<https://xmobots.com.br/arator-5b/>> Acesso em: 29 set. 2020.