

JOSÉ FABIO CARNEIRO DA SILVA

**O EMPREGO OTIMIZADO DE SISTEMAS DE AERONAVES
REMOTAMENTE PILOTADAS NA AMAZÔNIA AZUL COM O
USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia apresentada ao Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra como requisito à obtenção do diploma do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia.

Orientador: Cel Av R1 Josué Batista de Jesus Neto

Rio de Janeiro

2023

Este trabalho, nos termos de legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado propriedade da ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA (ESG). É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que sem propósitos comerciais e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do autor e não expressam qualquer orientação institucional da ESG.

OSÉ FABIO CARNEIRO DA SILVA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586eSilva, José Fabio Carneiro da

O emprego otimizado de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas na Amazônia Azul com o uso da Inteligência Artificial / CMG José Fabio Carneiro da Silva . – Rio de Janeiro: ESG, 2023.

74 f.: il.

Orientador: Cel Av R1 Josué Batista de Jesus Neto.

Trabalho de conclusão de curso – Monografia apresentada ao Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra como requisito à obtenção do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia (CAEPE), 2023.

1. Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP). 2. Amazônia Azul. 3. Inteligência Artificial. 4. Segurança Nacional. I. Título.

CDD - 359.94834

A todos da minha amada família que, durante o meu período de formação, contribuíram com estímulos e incentivos.

Em especial, agradeço à minha querida esposa Dária Glaucia Bezerra Jales e aos meus queridos filhos Rodrigo Jales Carneiro da Silva e Melissa Jales Carneiro da Silva, a quem ofereço esta dedicatória pelo apoio irrestrito, carinho, compreensão e paciência, como resposta aos momentos de minhas ausências, em decorrência das atividades de estudos, pesquisas e viagens em prol do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia, da Escola Superior de Guerra.

AGRADECIMENTOS

Ao Corpo Permanente da Escola Superior de Guerra, pelo cuidado e profissionalismo na condução do curso. Em especial, aos professores e conferencistas do CAEPE-2023, pela dedicação e empenho na transmissão de conhecimentos ao longo de tão distinto curso.

Ao meu orientador, Cel Av R1 Josué Batista de Jesus Neto, pela atenção dispensada e direcionamentos para a elaboração deste trabalho.

Ao meu amigo Coronel Bezerril (*in memoriam*), pela amizade, camaradagem e companheirismo. Tive a felicidade de conhecê-lo em 1992, no colégio/curso preparatório para ingresso nas Forças Armadas, e depois a satisfação enorme de reencontrá-lo e voltar a tê-lo como amigo de turma, no CAEPE-2023, no corrente ano, quando você partiu e a saudade ficou. Agradeço a oportunidade de ter conhecido e convivido com essa pessoa especial. A minha admiração pelo ser humano incrível, profissional exemplar e líder notório em verde oliva que todos tinham a satisfação de respeitar. Vou guardar lembranças formidáveis da sua serenidade, bom humor, com as suas “tiradas” ímpares, humildade, simplicidade e carisma. Vai com Deus meu irmão! Descanse em Paz!

Aos Vice-Almirantes José Vicente de Alvarenga Filho e Augusto José da Silva Fonseca Junior, pelo trato cordial e incentivo constantes. Ao Contra-Almirante Emerson Gaio Roberto, pela atenção dispensada no início da minha pesquisa, quando me enviou o artigo sobre o emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas com o uso de Inteligência Artificial, que acabou virando o foco deste trabalho.

Agradeço também àqueles que contribuíram com valiosos estudos, informações e entrevistas que em muito agregaram ao meu trabalho de pesquisa: Tenente-Coronel Av Geraldo Mulato de Lima Filho, Capitão de Corveta (EN) Tadeu Corrêa Pinheiro e Major Av David Câmara Simões.

Aos meus pais, José Ferreira da Silva e Maria Lêda Carneiro da Silva, pela vida e pela educação recebida.

Por fim e especialmente a Deus, pela vida e por guiar os meus passos.

Se você conhece o inimigo e conhece a si mesmo, não precisa temer o resultado de cem batalhas. Se você se conhece, mas não conhece o inimigo, para cada vitória ganha sofrerá também uma derrota. Se você não conhece nem o inimigo nem a si mesmo, perderá todas as batalhas.

Sun Tzu

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso aborda sobre a otimização de rotas no emprego de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) em vigilância marítima ou busca de embarcações, com o uso de Inteligência Artificial (IA). O objetivo deste estudo é contribuir com o projeto estratégico da Marinha denominado de Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz). A metodologia adotada comportou uma pesquisa bibliográfica, documental e entrevistas a profissionais com conhecimentos relevantes nas suas respectivas áreas de atuação, além da experiência do autor como Aviador Naval. O tema coaduna-se com o trinômio “Defesa, Segurança e Desenvolvimento”, pois se refere ao aprimoramento contínuo do sistema de monitoramento do espaço marítimo brasileiro. A preservação desse patrimônio, no qual existe uma diversidade de recursos naturais, é de suma importância para o Brasil, de forma a assegurar a sua exploração, inclusive pelas gerações futuras. O trabalho inicia com conceitos e delimitações a respeito dos espaços marítimos e os direitos de soberania para fins de exploração, conservação e gestões de recursos naturais vivos ou não vivos das águas, do leito do mar e seu subsolo. Na sequência, aborda sobre o Levantamento da Plataforma Continental (LEPLAC) brasileira e as propostas submetidas para a sua ampliação, o que eleva a área da Amazônia Azul para 5,7 milhões de km². A seguir, versa sobre a importância do país possuir um sistema de monitoramento e proteção de área marítima, inclusive para a realização de atividades de Busca e Salvamento. Após, discorre a respeito da situação atual do emprego de SARP no âmbito do Ministério da Defesa, com destaque para as operações do Esquadrão Hórus, da FAB, que possui um sistema com capacidade de voo em média altitude e longo alcance, com comunicação por enlace de dados via satélite. Em seguida, explora o estudo científico de autoria de Lima Filho *et al* (2022), cujo assunto, que é o foco deste TCC, trata da possibilidade de se realizar, a partir de SARP, uma busca ou vigilância marítima a embarcações suspeitas de atos ilícitos, tais como pesca ilegal, pesquisas não autorizadas, tráfico de drogas e de armas e crimes ambientais, por meio da criação de uma Rede Neural Artificial (RNA), com capacidade de classificação, previsão e reconhecimento de padrões de embarcações. A conclusão indica que o emprego de SARP com capacidade de, pelo menos, média altitude e longo alcance, com comunicação via satélite e com um Radar de Abertura Sintética (SAR), associado à IA, para vigilância de áreas marítimas de interesse, busca de embarcações suspeitas ou busca SAR, demonstra-se como uma boa opção, pois, ao serem acionados, tais meios poderão alcançar a região de destino com rapidez. Ao encontrar, serão capazes de visualizar, identificar e registrar as imagens com o seu sensor eletro-óptico e de transmiti-las, em tempo real, para a estação de controle.

Palavras-chave: Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP); Amazônia Azul; Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz); Inteligência Artificial (IA); Rede Neural Artificial (RNA).

ABSTRACT

This Course Conclusion Work deals about route optimization in the use of Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) in maritime surveillance or vessel search, with the use of Artificial Intelligence (AI). The objective of this study is to contribute to the Navy's strategic Project called the Blue Amazon Management System (SisGAAz). The methodology adopted included a bibliographical and documentary research and interviews with professionals with relevant knowledge in their respective áreas of activity, in addition to the author's experience as a Naval Aviator. The theme is in line with the trinomial "Defence, Security and Development", as it refers to the continuous improvement of the monitoring system of the Brazilian maritime space. The preservation of this heritage, in which there is a diversity of natural resources, is of major importance for Brazil, in order to ensure its exploration, including by future generations. The work begins with concepts and delimitations regarding maritime spaces and sovereign rights for the purpose of exploration, conservation and management of living or non-living natural resources of the waters, the seabed and its subsoil. Next, it discusses the Survey of the Brazilian Continental Shelf (LEPLAC) and the proposals submitted for its expansion, which increases the área of the Blue Amazon to 5.7 million km². Next, it deals with the importance of the country having a maritime área monitoring and protection system, including for carrying out Search and Rescue activities. Afterwards, it discusses the current situation of the use of RPAS within the scope of the Ministry of Defense, with emphasis on the operations of the Hórus Squadron, of the Brazilian Air Force, which has a system capable of flying at medium altitude and long range, with communication via link satellite data. Then, it explores the scientific study authored by Lima Filho et al (2022), whose subject, which is the focus of this paper, deals with the possibility of carrying out, from RPAS, a maritime search or surveillance of vessels suspected of illicit activities, such as illegal fishing, unauthorized research, drug and arms trafficking and environmental crimes, through the creation of an Artificial Neural Network (ANN), capable of classifying, predicting and recognizing vessel patterns. The conclusion indicates that the use of RPAS capable of, at least, medium altitude and long range, with satellite communication and with a Synthetic Aperture Radar (SAR), associated with AI, for surveillance of maritime areas of interest, search for suspect vessels or SAR search, prove yourself as a good option, because, when activated, such means can quickly reach the destination region. When found, they will be able to view, identify and record the images with their electro-optical sensor and transmit them, in real time, to the control station.

Keywords: *Remotely Piloted Aircraft System (RPAS); Blue Amazon; Blue Amazon Management System (SisGAAz); Artificial Intelligence (AI); Artificial Neural Network (ANN).*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Espaços Marítimos.....	18
Figura 2 - Área pleiteada pelo Brasil em 2004.....	19
Figura 3 - Área total prevista para a Amazônia Azul.....	20
Figura 4 - Infraestrutura de cabos submarinos no Brasil.....	22
Figura 5 - Representação gráfica do SisGAAz.....	24
Figura 6 - Representação com a previsão de cobertura dos equipamentos e sensores do SisGAAz.....	25
Figura 7 - SARP Hermes RQ-450.....	27
Figura 8 - SARP Hermes RQ-900.....	27
Figura 9 - SARP Heron I.....	29
Figura 10 - SARP <i>ScanEagle</i>	30
Figura 11 - SARP Nauru 1000C.....	31
Figura 12 - Exemplo de esquema gráfico de uma RNA para a classificação de navios.....	35
Figura 13 - Área SAR sob responsabilidade do Brasil (Carta SAR de 2019).....	41
Figura 14 - Desempenho das rotas calculadas com os três algoritmos diferentes.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIS –	<i>Automatic Identification System</i>
AJB –	Águas Jurisdicionais Brasileiras
ARP –	Aeronave Remotamente Pilotada
CEMBRA –	Centro de Excelência para o Mar Brasileiro
Censipam –	Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia
CIRM –	Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CLPC –	Comissão de Limites da Plataforma Continental
CNUDM –	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
COMPAAz –	Comando de Operações Marítimas e Proteção da Amazônia Azul
DGMM –	Diretoria-Geral do Material da Marinha
EB –	Exército Brasileiro
END –	Estratégia Nacional de Defesa
ERG –	Elevação do Rio Grande
ESM –	<i>Electronic Support Measures</i>
EsqdQE-1 –	1º Esquadrão de Helicópteros de Aeronaves Remotamente Pilotadas
FAB –	Força Aérea Brasileira
GAV –	Grupo de Aviação
IA –	Inteligência Artificial
IAI –	<i>Israel Aerospace Industries</i>
IBP –	Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás
IRENA –	<i>International Renewable Energy Agency</i>
LEPLAC –	Levantamento da Plataforma Continental
LOS –	<i>Line Of Sight</i>
LRIT –	Sistema de Identificação e Acompanhamento de Navios a Longa Distância
MB –	Marinha do Brasil
MN –	Milha Náutica
MT –	Mar Territorial
OTH –	<i>Over The Horizon</i>
PAED –	Plano de Articulação e de Equipamento de Defesa
PC –	Plataforma Continental
PEM –	Plano Estratégico da Marinha
PESE –	Programa Estratégico de Sistemas Espaciais
PND –	Política Nacional de Defesa

PREPS –	Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélites
RNA –	Rede Neural Artificial
SAR –	<i>Search and Rescue</i>
SAR (radar) –	<i>Synthetic Aperture Radar</i>
SARP –	Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas
SECIRM –	Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
SGDC –	Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas
SIMMAP –	Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo
SisGAAz –	Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul
SISTRAM –	Sistema de Informação Sobre o Tráfego Marítimo
SRR –	Sensoriamento Remoto Radar
VTOL –	<i>Vertical Take-Off and Landing</i>
ZC –	Zona Contígua
ZEE –	Zona Econômica Exclusiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	A extensão da Amazônia Azul	15
2.2	A importância da Amazônia Azul para o Brasil e o SisGAAz	21
2.3	SARP nas Forças Armadas brasileiras	26
2.4	Imagens satélites em proveito da Amazônia Azul	31
2.5	Classificação de embarcações por meio de uma RNA	33
3	METODOLOGIA	36
4	ANÁLISE	38
4.1	Amazônia Azul e a área marítima SAR sob jurisdição brasileira	39
4.2	Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz)	42
4.3	Utilização de SARP no âmbito do MD	43
4.4	Emprego otimizado de SARP em proveito do SisGAAz	44
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	51
	ANEXO A - ENTREVISTAS	56
	ANEXO B - PLANO DE TRABALHO Nº 2/2020, do Censipam	59

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um litoral com quase 7.500 quilômetros de extensão e uma área oceânica com, aproximadamente, 5,7 milhões de km², denominada de “Amazônia Azul¹”, de grande importância estratégica, econômica e científica para o país. “Dos mares retiramos cerca de 95% do petróleo, 80% do gás natural e 45% do pescado produzidos no País. Pelas rotas marítimas escoamos mais de 95% do comércio exterior brasileiro.” (BARBOSA JUNIOR, 2019).

A Amazônia Azul é uma área imensa, com riquezas incalculáveis e cuja preservação ambiental requer aprimoramento e controle eficientes. Além do vultoso tráfego marítimo, diversas atividades são exercidas na Amazônia Azul, como pesca, turismo, exploração de petróleo e gás, bioenergia e preservação de sítios ambientais, entre outras.

De acordo com Buegerc e Edmunds (2020), crimes no mar, como pirataria, tráfico ilícito de pessoas, narcóticos e armas, pesca ilegal e poluição ambientais, muitas vezes inseridos no contexto de crimes organizados transnacionais, são considerados como uma importante questão e requerem atenção especial, pois põem em risco a segurança marítima. Tais crimes têm recebido atenção crescente nos níveis mais altos da formulação de políticas internacionais. [É necessário] fazer vigilância para prover proteção².

O Brasil também dispõe de importantes linhas de cabos submarinos, por onde trafegam cerca de 99% das suas comunicações transoceânicas. As áreas por onde passam tais linhas requerem monitoramento, visando à detecção de ameaças no cenário cibernético, como interceptação de informações ou ruptura proposital de cabos, ou incidentes com corte involuntário envolvendo embarcações com redes de pesca ou navios fundeados em locais proibidos.

No caso de grandes áreas marítimas, constelações de satélites orbitais se apresentam como boas alternativas para o imageamento remoto. Entretanto, essa

¹ Amazônia Azul® - denominação dada à região que compreende a superfície do mar, águas sobrejacentes ao leito do mar, solo e subsolo marinhos contidos na extensão atlântica que se projeta a partir do litoral até o limite exterior da Plataforma Continental brasileira. Ela deve ser interpretada sob quatro vertentes: econômica, científica, ambiental e da soberania. (BRASIL, 2020c).

² Informação fornecida pelo Almirante de Esquadra Marcos Sampaio Olsen, Comandante da Marinha, na palestra sobre Políticas e Estratégias do Ministério da Defesa, proferida pelo Sr. Ministro da Defesa José Mucio Monteiro Filho, na Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, em 14 abr. 2023.

tecnologia não permite a identificação de navios que estejam envolvidos em atividades ilícitas, como pesca ou pesquisa ilegais. As limitações de imagens provenientes de satélites podem ser superadas pela utilização de equipamentos eletro-ópticos de um Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP)³.

Conforme consta no Livro Branco de Defesa Nacional (BRASIL, 2020d), a Marinha do Brasil (MB) possui um projeto estratégico de Comando e Controle para a área da Amazônia Azul, denominado de Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), que prevê a vigilância, monitoramento, prevenção da poluição, entre outros. Também está previsto o monitoramento para a prestação do Serviço de Busca e Salvamento (SAR) na área sob responsabilidade do Brasil, que vai bem além das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB). O projeto estratégico SisGAAz prevê o emprego de diversos equipamentos com avançados recursos tecnológicos.

Vislumbra-se como uma boa alternativa para o citado projeto, que vem sendo implementado de forma gradual e contínua, o emprego de SARPs. A utilização de tais meios seria uma forma eficaz de, a partir de informações ou imagens de possíveis ocorrências ou ilícitos, investigar, identificar e registrar embarcações. Além disso, no caso de uma missão de Busca e Salvamento, a utilização de SARPs é, sem dúvida, uma excelente opção.

Em 2022, a MB ativou o 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas (EsqdQE-1). Tal fato marcou a incorporação de SARPs na Força. Em seu inventário, o EsqdQE-1 conta com o modelo *ScanEagle*, com capacidade de ser operado embarcado.

Segundo Duan e Zhang (2014), SARPs têm sido muito utilizados, com sucesso, em missões marítimas, como vigilância marítima, investigação e coleta de evidências, detecção de derramamento de óleo, busca e salvamento, entre outras, por diferentes países, tais como: EUA, Japão, Paquistão, Espanha e Índia. Ainda segundo eles, muitas vantagens são observadas no uso de SARP, como baixo custo e resposta rápida.

Segundo Lima Filho *et al.* (2022), o emprego de SARP em vigilância marítima pode ser otimizado com o uso de Inteligência Artificial (IA). Embarcações

³ Subconjunto do Sistema de Aeronave Não Tripulada, que seja capaz de interagir com o Controle de Tráfego Aéreo em tempo real, composto pela aeronave remotamente pilotada (RPA), sua(s) estação(ões) de pilotagem remota, o enlace de pilotagem e qualquer outro componente associado à sua operação. (BRASIL, 2020b).

possuem características que podem ser utilizadas para formar uma Rede Neural Artificial (RNA), com a criação de modelos para realizar tarefas de classificação, previsão, reconhecimento de padrões, entre outras. Uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP)⁴, com sensores embarcados para o esclarecimento (radar SAR e equipamento ESM)⁵, coletará informações que serão utilizadas na RNA para a elaboração de uma rota com planejamento otimizado para a busca de embarcações alvos.

Em face ao exposto, idealizou-se uma pesquisa que abordasse sobre a possibilidade de utilização de novas ferramentas, como uma Rede Neural Artificial, para a confecção de uma rota otimizada durante uma missão de vigilância marítima ou busca por embarcações suspeitas, com o emprego de ARP, a fim de contribuir com o projeto estratégico SisGAAz.

Com isso, o problema que se espera responder com a presente pesquisa é o seguinte:

Em que medida o emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas, de forma otimizada, pode contribuir com o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz)?

Dessa forma, esta pesquisa busca, como objetivo final, identificar a possibilidade de emprego otimizado de ARP em prol do SisGAAz.

A fim de se alcançar o objetivo final, foram estabelecidos os seguintes objetivos intermediários, que proporcionarão o desenvolvimento deste estudo:

- a) identificar as vulnerabilidades e os riscos que ameaçam à área marítima da Amazônia Azul;
- b) verificar as possibilidades do emprego de ARPs em prol do SisGAAz; e
- c) analisar o dimensionamento da tarefa de viabilizar o emprego de ARPs, de forma otimizada, nas missões de vigilância marítima.

Em que pese a gama variada de possibilidades de emprego dos SARPs, este estudo foi focado na sua utilização em missões de vigilância marítima ou busca por embarcações em proveito do projeto estratégico SisGAAz.

⁴ Subconjunto de Aeronaves Não Tripuladas, pilotadas a partir de uma estação de pilotagem remota, com finalidade diversa de recreação, que seja capaz de interagir com o Controle de Tráfego Aéreo em tempo real. (BRASIL, 2020b).

⁵ O radar SAR (*Synthetic Aperture Radar*) fornece informações sobre velocidade, tamanho e variação de proa de cada embarcação. O equipamento ESM (*Electronic Support Measures*) é utilizado para analisar características eletrônicas dos radares das embarcações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em virtude deste projeto abranger diferentes assuntos interconectados à questão que se espera responder, o corrente capítulo foi dividido em subseções, para que sejam elencadas, de forma organizada, as abordagens de outros autores ou publicações diversas e oferecer contextualização e consistência à presente pesquisa.

2.1 A extensão da Amazônia Azul

Em 2004, o então Comandante da Marinha, Almirante de Esquadra Roberto de Guimarães Carvalho, de forma a chamar a atenção da sociedade para a importância do patrimônio marítimo do Brasil, passou a denominá-lo de “Amazônia Azul”:

[...] há uma outra Amazônia, cuja existência é, ainda, tão ignorada por boa parte dos brasileiros quanto o foi aquela por muitos séculos. Trata-se da ‘Amazônia Azul’ que, maior do que a verde, é inimaginavelmente rica. Seria, por todas as razões, conveniente que dela cuidássemos antes de lhe perceber as ameaças (CARVALHO, 2004, p.19).

A Amazônia Azul é uma imensa área marítima, que compreende o Mar Territorial (MT), a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e a Plataforma Continental (PC) brasileira, conforme previsto na Lei Nº 8.617 (BRASIL, 1993). Segundo consta na Política Nacional de Defesa (PND):

O Brasil possui um território de cerca de 8.5 milhões de km², uma área oceânica denominada Amazônia Azul® com 5,7 milhões de km², um litoral com aproximadamente 7.500 km de extensão (BRASIL, 2020c, p. 17).

Pelo Decreto nº 99.165 (BRASIL, 1990), o Presidente da República Federativa do Brasil promulgou a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), celebrada em Montego Bay, em 10 de dezembro de 1982. O seu texto traz todas as questões relativas ao direito do mar, incluindo as larguras do Mar Territorial, Zona Contígua, Zona Econômica Exclusiva e Plataforma Continental, bem como os direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamentos, conservação e gestão dos recursos naturais vivos ou não vivos das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e seu subsolo, conforme as definições a seguir:

a) **Mar Territorial (MT)**: largura de 12 Milhas Náuticas (MN)⁶, medidas a partir de linhas de base determinadas em conformidade da citada convenção. O Estado costeiro possui soberania plena sobre as águas, o leito e o subsolo marinhos.

b) **Zona Contígua (ZC)**: estende-se até 24 MN a partir das linhas de base que serve para medir a largura do MT. O Estado costeiro pode tomar medidas de fiscalização para evitar as infrações às leis e regulamentos aduaneiros, fiscais, de imigração ou sanitários no seu território ou no seu mar territorial; e reprimir as infrações às leis e regulamentos no seu território ou no seu mar territorial.

c) **Zona Econômica Exclusiva (ZEE)**: área contígua ao MT, com limite externo até 200 MN das linhas de base a partir das quais se mede a largura do MT. O Estado tem direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não vivos das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e seu subsolo, e no que se refere a outras atividades com vista à exploração e aproveitamento da zona para fins econômicos, como a produção de energia a partir da água, das correntes e dos ventos.

d) **Plataforma Continental (PC)**: O Art. 76 da CNUDM, apensa ao Decreto mencionado acima, assim define Plataforma Continental:

1. A plataforma continental de um Estado costeiro compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural do seu território terrestre, até ao bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de 200 milhas marítimas das linhas de base a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância.

2. A plataforma continental de um Estado costeiro não se deve estender além dos limites previstos nos parágrafos 4º e 6º.

3. A margem continental compreende o prolongamento submerso da massa terrestre do Estado costeiro e é constituída pelo leito e subsolo da plataforma continental, pelo talude e pela elevação continental. Não compreende nem os grandes fundos oceânicos, com as suas cristas oceânicas, nem o seu subsolo.

4. a) para os fins da presente Convenção, o Estado costeiro deve estabelecer o bordo exterior da margem continental, quando essa margem se estender além das 200 milhas marítimas das linhas de base, a partir das quais se mede a largura do mar territorial, por meio de:

i) uma linha traçada de conformidade com o parágrafo 7º, com referência aos pontos fixos mais exteriores em cada um dos quais a espessura das

⁶ Uma Milha Náutica (MN) equivale a 1.852 metros.

rochas sedimentares seja pelo menos 1% da distância mais curta entre esse ponto e o pé do talude continental; ou

ii) uma linha traçada de conformidade com o parágrafo 7º, com referência a pontos fixos situados a não mais de 60 milhas marítimas do pé do talude continental.

b) Salvo prova em contrário, o pé do talude continental deve ser determinado como ponto de variação máxima do gradiente na sua base.

5. Os pontos fixos que constituem a linha dos limites exteriores da plataforma continental no leito do mar, traçada de conformidade com as sub-alíneas i) e ii) da alínea a) do parágrafo 4º, devem estar situadas a uma distância que não exceda 350 milhas marítimas da linha de base a partir da qual se mede a largura do mar territorial ou a uma distância que não exceda 100 milhas marítimas da isóbata de 2500 metros, que é uma linha que une profundidades de 2500 metros. (BRASIL, 1990).

De acordo com o Centro de Excelência para o Mar Brasileiro - CEMBRA (2022), a delimitação do limite exterior da Plataforma Continental (PC) não pode exceder as 350 MN das linhas de base a partir das quais se mede a largura do mar territorial ou ultrapassar as 100 MN da isóbata de 2500 m, que é uma linha que une profundidades de 2500m, dependendo se o leito é formado por cristas submarinas ou elevações submarinas, respectivamente.

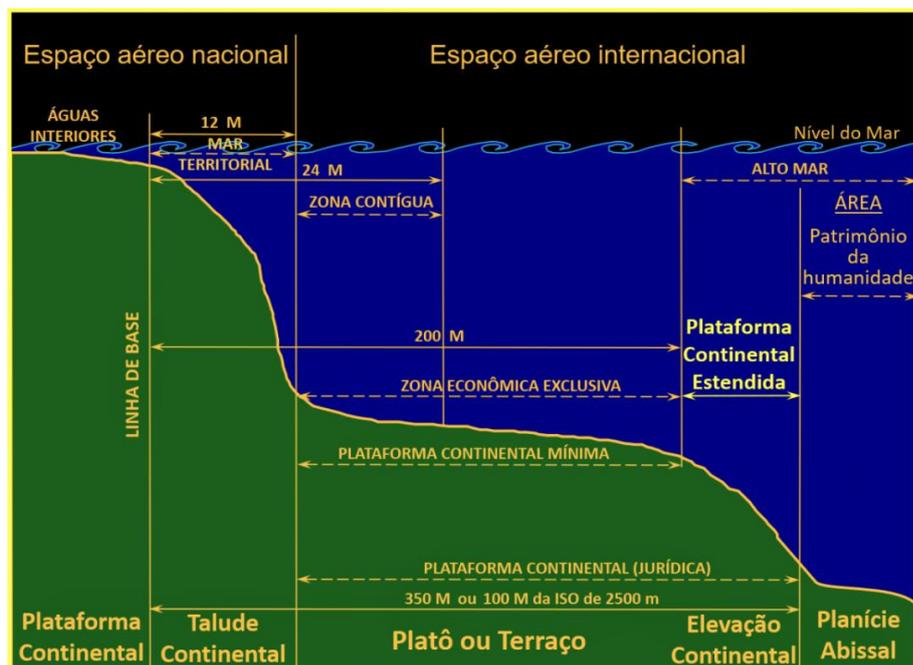
Existem dois critérios diferentes para traçar o limite exterior da PC. “Ao aplicar esses dois critérios alternativos, considera-se o traçado mais exterior em direção ao mar resultante de ambas as linhas e, portanto, mais favorável ao Estado costeiro.” (CEMBRA, 2022, p.51).

Diferente do que afirmam alguns autores, a PC pode exceder as 350 MN das linhas de base a partir das quais se mede a largura do Mar Territorial, desde que o leito não se configure como cristas submarinas. Em caso de elevações submarinas que sejam componentes naturais da margem continental, ressalta-se que o limite estabelecido é não ultrapassar 100 MN da isóbata de 2.500 m, que é uma linha que une a profundidade de 2.500 m.

Caso o Estado costeiro consiga demonstrar à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC)⁷ que o prolongamento natural de seu território em direção ao bordo exterior da margem continental vai além da distância de 200 MN das linhas de base, a PC pode se estender bem além desse limite, respeitando critérios geológicos fixados nos parágrafos 4 a 6 do artigo 76 da CNUDM, conforme ilustrado na figura 1.

⁷ Anexo II da CNUDM regula o estabelecimento da CLPC, que é responsável pelas recomendações sobre questões relacionadas aos limites da plataforma continental.

Figura 1 - Espaços Marítimos



Fonte: BRASIL, [2023?]⁸

Em 1989, por meio do Decreto nº 98.145 (BRASIL, 1989), foi instituído pela Presidência da República o Plano de Levantamento da Plataforma Continental brasileira (LEPLAC), com o propósito de estabelecer as diretrizes reguladoras das ações a serem empreendidas visando à determinação do limite exterior da PC além das 200 MN, na qual o Brasil exercerá os direitos de soberania para a exploração e o aproveitamento dos recursos naturais do leito e subsolo marinho.

As atividades de planejamento, coordenação e controle das tarefas relativas ao LEPLAC ficam a cargo da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), que tem a atribuição de assessorar o Presidente da República no cumprimento da Política Nacional para os Recursos do Mar.

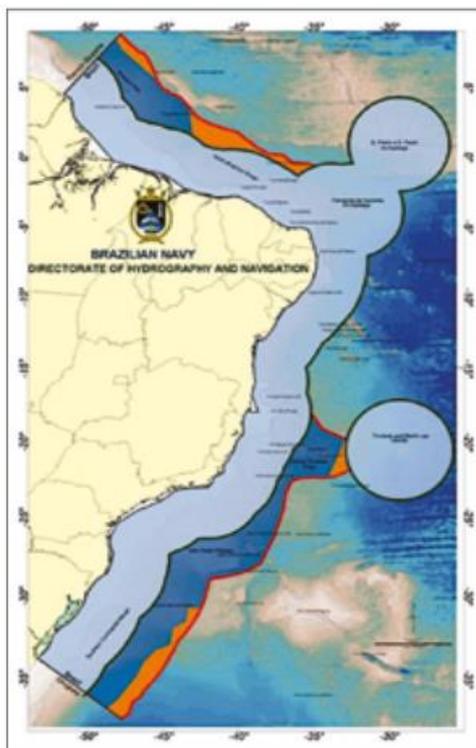
Na MB, a Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM) é a Organização Militar que tem a finalidade de assessorar o Comandante da Marinha, Coordenador da CIRM, e executar as atividades pertinentes aos encargos técnicos e administrativos da referida Comissão.

De acordo com o CEMBRA (2022), em 2004, o Brasil propôs à CLPC revisão do seu limite exterior da PC, sendo pleiteada a incorporação de cerca de 970 mil km² de área além da PC, distribuídas ao longo da costa brasileira. Assim, a área

⁸ Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/leplac>. Acesso em: 26 abr. 2023.

marítima sob jurisdição brasileira passaria para 4,4 milhões de km², o que corresponde a, aproximadamente, metade do território brasileiro. Em 2007, após análise, a CLPC encaminhou resposta com a aprovação de, aproximadamente, 81% da área pleiteada (765 mil km²), conforme mostrado na figura 2, na qual a parte azul escuro representa a área aprovada e a laranja a área não aprovada.

Figura 2– Área pleiteada pelo Brasil em 2004



Fonte: CEMBRA, 2022.

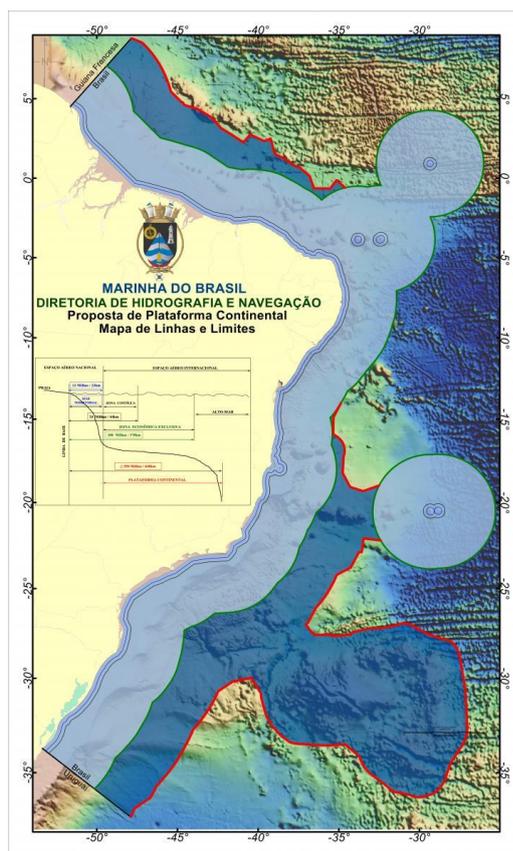
As áreas não aprovadas, equivalente a aproximadamente 19% do pleito de 2004 (cerca de 200 mil km²), foram submetidas a novas propostas, conforme especificado a seguir:

- a) 2015: margem meridional (região sul), tendo como objeto as recomendações da CLPC. Em 2019, a CLPC aprovou a proposta na sua totalidade, com a incorporação de 170 mil km² à nossa PC; e
- b) 2017: margem equatorial, tendo como objeto as recomendações da CLPC. *Status* da proposta: aguardando análise.

Em 2018, outra proposta para a extensão do limite da PC, referente a uma grande área na margem oriental/meridional, foi encaminhada, tendo como objetivo a

cadeia Vitória-Trindade, na altura do Espírito Santo; o platô de Santa Catarina, na altura de Santa Catarina; e a Elevação do Rio Grande (ERG), na altura dos seguintes estados: Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, conforme a figura 3.

Figura 3 – Área total prevista para a Amazônia Azul



Fonte: BRASIL, [2023?]⁹

Com a inclusão de todas as propostas, a Amazônia Azul passa a ter um ganho significativo de área marítima.

Os espaços marítimos não incluídos nos limites de jurisdição dos estados costeiros são conhecidos como “Alto Mar” (massa d`água) e “Área” (leito e subsolo), onde não há limitação alguma das liberdades que gozam todos os estados, podendo ser navegados e explorados economicamente por qualquer estado com ou sem litoral, conforme previsto na citada convenção.

⁹ Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/leplac>. Acesso em: 17 jul. 2023.

2.2 A importância da Amazônia Azul para o Brasil e o SisGAAz

O Brasil possui uma ligação histórica e uma forte mentalidade marítima, ou seja, “uma dependência do mar para a sua sobrevivência histórica” (VIDIGAL, 2006, p. 21). A relevância da Amazônia Azul para o país é indiscutível, conforme consta na PND:

Por sua vez, a natural vocação marítima brasileira é respaldada pelo seu extenso litoral, pela magnitude do seu comércio marítimo e pela incontestável importância estratégica do Atlântico Sul, o qual acolhe a denominada Amazônia Azul®, ecossistema de área comparável à Amazônia territorial brasileira e de vital relevância para o País, na medida em que incorpora elevado potencial de recursos vivos e não vivos, entre estes, as maiores reservas de petróleo e gás do Brasil. (BRASIL, 2020c, p. 14).

De acordo com a Estratégia Nacional de Defesa (END), “o Atlântico Sul é uma área de interesse geoestratégico para o Brasil. A proteção dos recursos naturais existentes nas águas, no leito e no subsolo marinho sob jurisdição brasileira é uma prioridade do País.” (BRASIL, 2020c, p. 33).

Atualmente, segundo o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP (2022a), 95% da produção de petróleo e gás natural do Brasil é proveniente da Amazônia Azul. Ainda de acordo com o IBP (2022), o Brasil foi o 9º maior produtor de petróleo do mundo em 2021, o que é muito significativo em termos globais. Com relação à produção de gás natural, o Brasil foi o 30º maior produtor mundial em 2021, com potencial de crescimento.

Consoante com a *International Renewable Energy Agency (IRENA)*, a produção de energia proveniente dos oceanos, como turbina de marés e a eólica marítima (torres *offshore*), vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. A previsão é que esse crescimento continue com grande potencial nos próximos anos.

Conforme Vichi, Pinto e Sá (2020), novas ameaças surgem com os avanços tecnológicos. A segurança das comunicações envolvendo cabos submarinos pode ser afetada tanto por ameaças provindas do Ciberespaço, quanto por ameaças existentes no ambiente marinho, uma vez que a interceptação de informações ou a ruptura proposital de cabos representa um grande risco para as comunicações por esse meio. Atualmente, o Brasil conta com dezesseis cabos submarinos interligando seu território ao exterior.

Segundo Augusto (2019), na área marítima brasileira, são dispostas linhas de cabos submarinos responsáveis por cerca de 99% das suas comunicações transoceânicas (entre locais separados por um oceano), conforme ilustrado na

O Capítulo 5 do Livro Branco de Defesa Nacional elenca o Plano de Articulação e de Equipamento de Defesa (PAED), no qual consta, como projeto estratégico a ser conduzido, o SisGAAz:

[I]mplantar o Sistema de Gerenciamento da “Amazônia Azul” (SisGAAz), para o monitoramento e vigilância das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), com a finalidade de capacitar melhor a Força para o controle do tráfego marítimo de interesse no Atlântico Sul, garantindo a segurança das embarcações que realizam atividades de valor estratégico e incrementando as capacidades de busca e salvamento. (BRASIL, 2020d, p. 139).

O Plano Estratégico da Marinha 2040 - PEM 2040, instrumento de orientação de alto nível dentro da Força, numa visão de 20 anos (2020 – 2040), lista, em seu capítulo 5, as Ações Estratégicas previstas, das quais consta:

O SisGAAz tem por objetivo monitorar e controlar, de forma integrada, as AJB e as áreas internacionais de responsabilidade para operações de Socorro e Salvamento (SAR – *Search and Rescue*), a fim de contribuir para agilizar o ciclo decisório, assegurando assim a capacidade de pronta resposta a qualquer ameaça, emergência, agressão ou ilegalidade. (BRASIL, 2020, p. 84).

O SisGAAz vem sendo implantado e aperfeiçoada gradualmente. Tal sistema tem como missão “monitorar e controlar, de forma integrada, além da área afeta à Amazônia Azul, a região SAR (*Search and Rescue* – Busca e Salvamento) de responsabilidade do Brasil e as demais áreas de interesse estratégico no Atlântico Sul – representando cerca de 22 milhões de km² –, a fim de contribuir para a mobilidade estratégica, representada pela capacidade de responder prontamente a qualquer ameaça, agressão ou ilegalidade” (Lampert e Costa, 2020, p. 78).

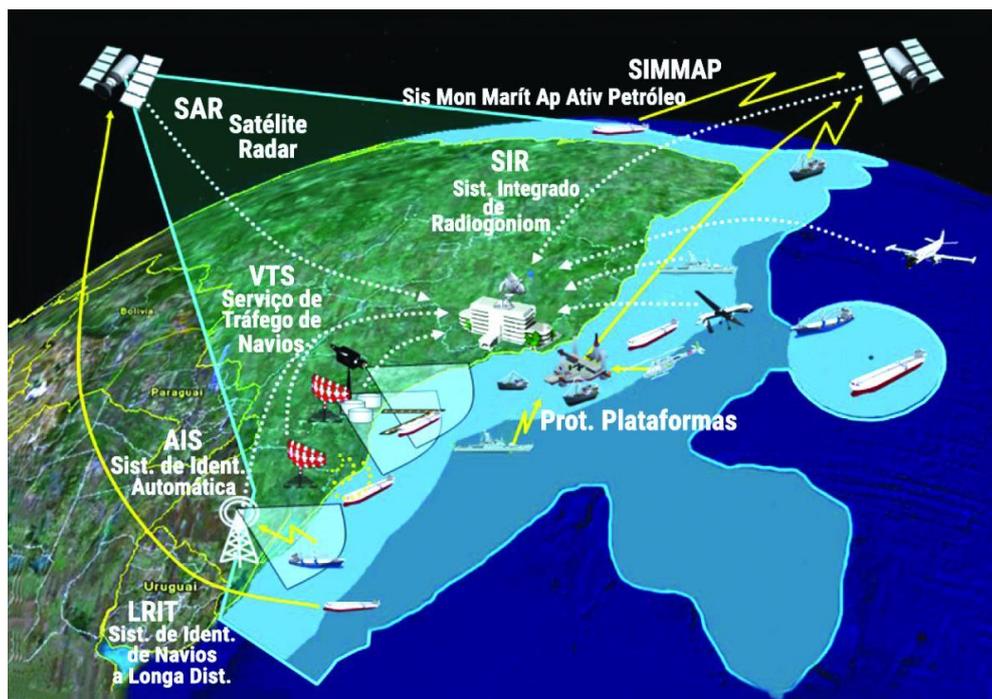
Em relação à área SAR, a atuação do Brasil vai do litoral brasileiro até o meridiano de 10º W¹⁰, bem além do limite da PC. Conforme Carvalho (2022), a extensão total da área SAR sob responsabilidade brasileira é de, aproximadamente, 14 milhões de Km².

Segundo Lampert e Costa (2020), o desenvolvimento do SisGAAz tem sido progressivo, com a incorporação e integração de equipamentos e sistemas, como radares localizados em terra e câmeras de alta resolução, além do recebimento e processamento de informações de sistemas colaborativos, como o *Automatic Identification System* (AIS), o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo (SIMMAP), o Sistema de Identificação e Acompanhamento de

¹⁰ Informação disponível em: <https://www.marinha.mil.br/salvamarbrasil/content/historico/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

Navios a Longa Distância (LRIT), o Sistema de Informação Sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM) e o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), todos baseados em rastreamento de posição por via satélite. Os dados são transmitidos por meio de comunicação satelital, conforme ilustrado na figura 5.

Figura 5 – Representação gráfica do SisGAAz



Fonte: LAMPERT; COSTA, 2020.¹¹

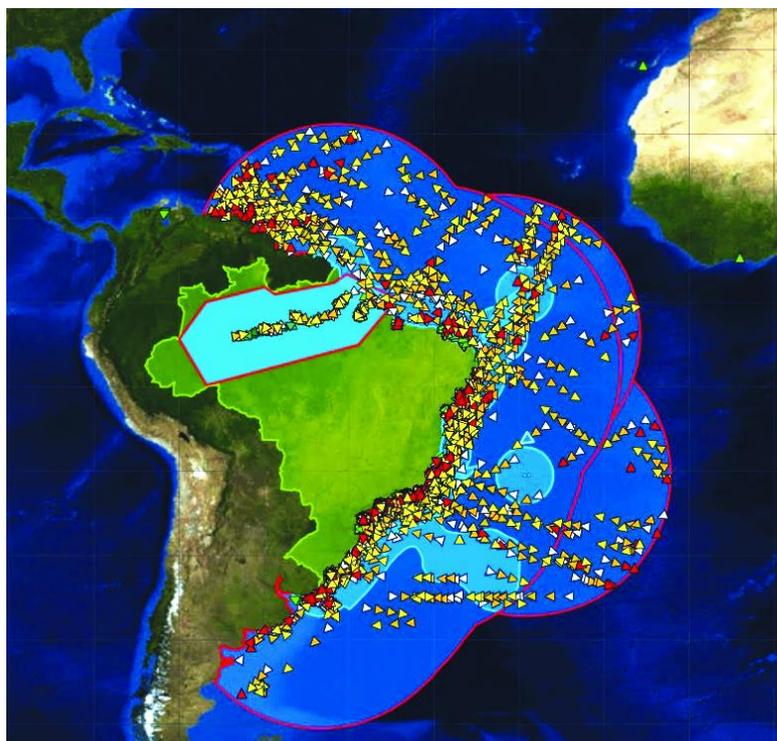
Conforme Lima Filho *et al.* (2022), o ambiente de tráfego marítimo perto da costa pode ser intenso e com a presença de muitos pesqueiros. Próximo a portos, o tráfego de embarcações pode ser ainda mais intenso. É difícil visualizar embarcações realizando atividades ilegais no cenário marítimo, principalmente em regiões com tráfego intenso de barcos. Para dificultar, embarcações mal intencionadas podem utilizar alguns subterfúgios para mascarar a sua intenção, como ficar perto de outras embarcações e/ou não ligar o AIS, para ocultar informações.

De acordo com Lampert e Costa (2020), a Baía de Guanabara, onde há um intenso tráfego de embarcações, já possui monitoramento provido pelo SisGAAz.

¹¹ Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sisgaaz-protacao-e-monitoramento-das-aguas-jurisdicionais-brasileiras>. Acesso em: 29 jun. 2023.

Num segundo momento, é prevista a cobertura da área entre Cabo Frio e Ilha Grande, com a implantação de radares de curto e médio alcances, com variáveis até 50 MN. Posteriormente, é previsto o monitoramento de longo alcance, até cerca de 200 MN da costa brasileira, com radares *Over The Horizon* (OTH), ou seja, com capacidade de detecção além do horizonte, de forma a abranger a maior área possível, conforme ilustrado na figura 6.

Figura 6 – Representação com a previsão de cobertura dos equipamentos e sensores do SisGAaz



Fonte: LAMPERT; COSTA, 2020.¹²

Num sentido mais amplo, o monitoramento e a proteção das AJB estão diretamente ligados com a defesa da Pátria, previsto no art. 142 da Constituição Federal (BRASIL, 1998), combinado com o Art. 15, da Lei Complementar nº 97 (BRASIL, 1999).

¹² Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sisgaaz-protacao-e-monitoramento-das-aguas-jurisdicionais-brasileiras>. Acesso em: 29 jun. 2023.

2.3 SARP nas Forças Armadas brasileiras

Muitos países utilizam aeronaves orgânicas para a patrulha e identificação de embarcações. Em muitos casos, as missões de patrulha por aeronaves são feitas em coordenação com navios da Marinha, que têm a possibilidade de apresar embarcações irregulares.

Como exemplo, o autor deste Trabalho de Conclusão de Curso já efetuou inúmeras missões nas áreas das Bacias de Campos e de Santos, com aeronaves de asas rotativas. Na maioria das missões, havia um Navio Patrulha da MB na área, em coordenação com o helicóptero. As informações sobre pesqueiros a menos de 500 metros de plataformas petrolíferas, o que é proibido, conforme previsto na Norma da Autoridade Marítima NORMAN-03/DPC (BRASIL, 2003), eram coletadas e passadas para o navio. Também eram tiradas fotos, por meio de câmeras fotográficas digitais portáteis, para o registro de evidências, visando medidas cabíveis posteriores. As embarcações irregulares eram apresadas pelo Navio Patrulha e conduzidas para a Capitania dos Portos.

Entretanto, conforme Lima Filho *et al.* (2022), o emprego de SARP em patrulhas marítimas demonstra vantagens em relação às aeronaves tripuladas, principalmente devido aos custos de operação, que são muito mais baixos, e à autonomia.

As Forças Armadas brasileiras iniciaram a operação de SARP há pouco tempo. A Força Aérea Brasileira (FAB) é a que possui maior experiência na operação desse tipo de meio. Segundo Santos (2022), em 2011, o Esquadrão Hórus (1º/12º GAV) foi criado com o objetivo de operá-lo em missões de Controle Aéreo Avançado, Posto de Comunicações no Ar, Busca e Salvamento em Combate (C-SAR) e Reconhecimento Aéreo.

O início das operações do 1º/12º GAV ocorreu com dois SARPs Hermes RQ-450 (categoria 3), da empresa *Elbit Systems*, cuja comunicação com a estação de controle de terra é feita em linha de visada (LOS – *Line of Sight*), mostrado na figura 7. Em 2014, o Esquadrão Hórus recebeu o SARP Hermes RQ-900 (categoria 4), exposto na figura 8, da mesma empresa, com capacidade de comunicação via satélite e, portanto, com a possibilidade de alcance bem maior.

Figura 7 – SARP Hermes RQ-450

Fonte: BRASIL, 2014.¹³

Figura 8 – SARP Hermes RQ-900

Fonte: MARAYANE, 2021.¹⁴

¹³ Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/19817/OPERACIONAL%20-%20Hermes%20450%20%C3%A9%20empregado%20pela%20primeira%20vez%20em%20combate%20a%C3%A9reo%20simulado>. Acesso em: 08 ago. 2023.

¹⁴ Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38477/PODER%20A%C3%89REO%20-%20FAB%20assina%20contrato%20com%20AEL%20para%20amplia%C3%A7%C3%A3o%20da%20frota%20das%20aeronaves%20RQ-900>. Acesso em: 08 ago. 2023.

De acordo com Portaria nº 213/DGMM (BRASIL, 2022a), as categorias de SARPs adotadas por diferentes órgãos, incluindo o Ministério da Defesa, é a constante na tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Categoria de SARP

Categorias MD	Classes adotadas pela OTAN	Classes conforme ANAC	Classificações Indústria	Nível de Emprego	Características de altitude alcance	Operações em que são empregados		
0	A<150 kg	Classe 3 - Peso máximo de decolagem menor que 25 kg	Micro-VANT<2 Kg	Tático	Até 1000 ft AGL/5km	Sistemas de pronto-emprego em suporte à Unidades Táticas até o nível Força Componente. Em geral lançados de posição próxima das unidades apoiadas, com a mínima estrutura de suporte. Podem possuir capacidades ofensivas, com emprego de armamento.		
1			Mini-VANT 2-25 kg		Até 3000 ft AGL/25km (Linha Visada)			
2			Classe 2 - Peso entre 25 kg e 150 kg		Baixa Altitude e Curto Alcance		Até 5000 ft AGL/100km (Linha Visada)	
3	B 150 - 600 Kg	Classe 1 - Peso maior que 150 Kg	Média Altitude e Longo Alcance	Operacional	Até 18000 ft AGL/250km (Linha Visada)	Suporte a operações de grande vulto, envolvendo Comandos Conjuntos. Forças Tarefas Interagências. Inteligência Operacional e Estratégica. Necessitam de considerável estrutura de suporte.		
4	C > 600 Kg				Alta Altitude e Longo Alcance		Estratégico	Até 45000 ft AGL/1000km (Satélite)
5 ou superiores								Até 65000 ft AGL/> 1000km (Satélite)

Fonte: BRASIL, 2022a.

Segundo Gaudencio (2020), em 2020, o Esquadrão Orugam (1º/7º GAV), sediado na Base Aérea de Santa Cruz, no Rio de Janeiro, incorporou o SARP Heron I, mostrado na figura 9, de categoria 4, para ser empregado em operações de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento. O Heron I, fabricado pela empresa *Israel Aerospace Industries* (IAI) e também com capacidade de comunicação via satélite, foi transferido da Polícia Federal para a FAB.

Figura 9 – SARP Heron I

Fonte: GAUDENCIO, 2020.¹⁵

Em 2020, a FAB realizou um processo licitatório para a contratação de serviço espacial de satélite para o controle dos seus SARP's Hermes RQ-900 e Heron I, na Banda de frequência Ku¹⁶, nas larguras de 15 MHz e 10 MHz, respectivamente. O resultado foi a contratação de duas empresas para a prestação do serviço, uma para cada modelo de SARP.¹⁷

De acordo com Simões (2023), o SARP Hermes RQ-900 opera somente na Banda Ku, por isso, a necessidade de contratar empresa estrangeira para prover comunicação via satélite nessa faixa de frequência (informação verbal).¹⁸

Conforme Jayme (2020), cabe mencionar que o Brasil possui um Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), lançado ao espaço em 2017. Desenvolvido pela empresa francesa *Thales Alenia Space*, que assinou um contrato com a Visiona (uma *joint venture* formada pela Embraer e pela estatal Telebras), o SGDC tem uso dual, sendo a banda Ka para uso civil, com possibilidade de acesso à conexão de banda larga em todos os locais do país, e a

¹⁵ Disponível em: [https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36295/TECNOLOGIA%20-%20Sistema%20de%20Aeronave%20Remotamente%20Pilotada%20\(ARP\)%20%C3%A9%20incorporado%20%C3%A0%20Avia%C3%A7%C3%A3o%20de%20Patrulha](https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36295/TECNOLOGIA%20-%20Sistema%20de%20Aeronave%20Remotamente%20Pilotada%20(ARP)%20%C3%A9%20incorporado%20%C3%A0%20Avia%C3%A7%C3%A3o%20de%20Patrulha). Acesso em: 29 jun. 2023.

¹⁶ Banda Ku é uma das faixas de frequência utilizadas para a internet via satélite.

¹⁷ Informação disponível em: <https://www2.fab.mil.br/licitacoescontratos/index.php/cae/2603-pregao-eletronico-n-279-2020-capacidade-espacial-via-satelite>. Acesso em: 22 maio 2023.

¹⁸ Major Aviador David Câmara Simões. Entrevista concedida ao autor, conforme o Anexo A deste TCC. Santa Maria, RS, maio 2023.

Banda X para uso militar, com o propósito de tramitar informações afetas às áreas de defesa e governamental.

Segundo Santos (2022), em 23 de setembro de 2022, o Esquadrão Hórus realizou o primeiro voo de traslado de uma ARP. O Hermes RQ-900 decolou de Santa Maria - RS e pousou em Campo Grande - MS. A distância é de aproximadamente 1.000 km. Até então, as missões com SARP realizadas pela FAB, ainda que tivessem grande alcance devido ao controle realizado por comunicação via satélite, restringiam-se a decolagem e pouso sempre no mesmo aeródromo.

Por meio da Portaria nº 90/MB/MD (BRASIL, 2021), a MB ativou o 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas no dia 05 de julho de 2022, iniciando, assim, a operação de SARP na Força. O EsqdQE-1 iniciou as suas operações com o modelo *ScanEagle*, mostrado na figura 10, fabricado pela indústria norte-americana Insitu (pertencente à empresa Boeing), destinado a operar embarcado em Navios da MB. O *ScanEagle* é um equipamento de categoria 2, com alcance previsto de 100 km e a comunicação somente por Linha de Visada, conforme especificado na tabela 1.

Figura 10 – SARP *ScanEagle*



Fonte: BRASIL, 2022.¹⁹

De acordo com BRASIL (2022b), no dia 12 de dezembro de 2022, o Exército Brasileiro (EB) recebeu o seu primeiro SARP, o Nauru 1000C, de categoria 2, fabricado pela indústria brasileira XMobots, exposto na figura 11. O seu alcance

¹⁹ Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/meios-navais/rq1-scan-eagle>. Acesso em: 27 jun. 2023.

previsto é de 100 km e sua operação é por Linha de Visada. O Nauru 1000C é um sistema de asa fixa, com capacidade VTOL (*Vertical Take-Off and Landing*), ou seja, realiza decolagens e pousos na vertical.

Figura 11 – SARP Nauru 1000C



Fonte: BRASIL, 2022b.²⁰

2.4 Imagens satélites em proveito da Amazônia Azul

Segundo Lima Filho *et al.* (2022), no caso de grandes áreas marítimas, algumas alternativas são vislumbradas para monitoramento, tal como, por meio de satélite. Entretanto, as imagens satelitais possuem restrições, devido às grandes distâncias envolvidas. Por exemplo, seria possível visualizar uma mancha de óleo no mar, mas não seria possível identificar o navio responsável. Uma dificuldade ainda maior ocorreria com pesca ou pesquisa ilícita. Seria possível visualizar movimentos de embarcações, porém não seria possível confirmar eventual atividade ilegal, muito menos identificar a embarcação. Ainda segundo o citado autor, vários estudos têm apontado para aplicações de SARPs em missões de vigilância ou busca marítima, principalmente com o uso de algoritmos de otimização de rotas.

Em decorrência do grande derramamento de óleo no mar ocorrido em 2019, o qual atingiu de maneira grave o litoral nordestino brasileiro, foi estabelecido um projeto de cooperação e apoio técnico entre a MB e o Centro Gestor e Operacional

²⁰ Disponível em: <https://cmse.eb.mil.br/index.php/ultimas-noticias-categoria/740-conheca-o-nauru-1000c-novo-drone-do-exercito-brasileiro>. Acesso em: 29 jun. 2023.

do Sistema de Proteção da Amazônia (Censipam), órgão criado em 2002 para a vigilância da Amazônia Legal. Por meio do Decreto nº 10.293, de 2020 (BRASIL, 2020a), da Presidência da República, o Censipam teve a sua área de atuação ampliada, sendo incluído o MT, a ZEE e outras áreas consideradas de interesse. O Decreto atualmente vigente, que trata do assunto, é o de nº 11.337, de 2023 (BRASIL, 2023a).

De acordo com Pinheiro (2023), as imagens obtidas pelo Censipam, provenientes de satélites, permitem a visualização de manchas de óleo. No caso de embarcações, é possível detectar, entretanto, não é possível identificá-las (bandeira, nome e número de registro), assim como verificar as atividades realizadas, como, por exemplo, pesca ou pesquisa (informação verbal)²¹.

O Censipam é um órgão subordinado ao Ministério da Defesa (MD), que, utilizando dados gerados por uma infraestrutura tecnológica, composta por subsistemas integrados de sensoriamento remoto, incluindo os radares que geram imagens, promove o monitoramento da floresta amazônica, do espaço marítimo brasileiro e de outras áreas de interesse. A sua atual missão é “Contribuir para a proteção, a integração, o desenvolvimento sustentável e o incremento da qualidade de vida na Amazônia Legal, no Mar Territorial, na Zona Econômica Exclusiva do Brasil e em outras áreas consideradas de interesse”. (BRASIL, 2021a).²²

De acordo com o Plano de Trabalho nº 2/2020 – DIGER, do Censipam, datado de 27 de novembro de 2020, constante no Anexo B deste TCC, ficou estabelecida a cooperação e o apoio técnico entre o Censipam e a MB, na condução de projetos e atividades que contribuam para a implementação do SisGAAz, visando a implementação de um sistema de controle marítimo, ambiental e com o monitoramento de eventos ilícitos, especialmente para a detecção de embarcações não colaborativas (que desligam o sistema de identificação, como, por exemplo, o AIS), com a ampliação de imagens SAR para o monitoramento e emissão de alerta referente a esse tipo de embarcação em trânsito pelas AJB a e detecção de manchas de óleo.

Conforme Pinheiro (2023), o Censipam dispõe de serviço de coleta de imagens SAR por satélites, com periodicidade prevista conforme a seguir: Sentinel-

²¹ Capitão de Corveta (Engenheiro Naval) Tadeu Corrêa Pinheiro. Entrevista concedida ao autor, conforme o Anexo A deste TCC. Brasília, DF, maio 2023.

²² Disponível em: <https://www.gov.br/censipam/pt-br/atuacao>. Acesso em: 27 set. 2023.

1, a cada 12 dias, com resolução de 30 metros; Cosmo-SkyMed, a cada 1, 2, 4, 8, 16 dias, dependendo do arranjo dos satélites, com resolução de 3 ou 15 metros, conforme o modo utilizado; Iceye, a cada 17 dias, com resolução de 3 ou 15 metros, conforme o modo utilizado; e Lessonia-1, a cada 17 dias, com resolução de 3 ou 15 metros, conforme o modo utilizado (informação verbal)²³.

Sobre o projeto Lessonia-1, de acordo com Nunes (2022), no dia 25 de maio de 2022 foram lançados os dois primeiros satélites, denominados Carcará I e Carcará II, adquiridos pelo Brasil da empresa finlandesa ICEYE, com a função de realizar Sensoriamento Remoto Radar (SRR), gerando imagens de altíssima resolução, que independem das condições meteorológicas, pois o sinal emitido atravessa as nuvens. Tal projeto integra o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE), da FAB, e visa atender às necessidades operacionais das Forças Armadas, do Censipam e de outras agências governamentais. As imagens captadas são usadas para o monitoramento das áreas de interesse do Brasil, dentre elas a Amazônia Legal e a Amazônia Azul.

Segundo Pinheiro (2023), o Censipam vem desenvolvendo uma ferramenta automatizada que disponibilizará alvos (embarcações) extraídos do processamento de imagens SAR, para que seja feito o gerenciamento e a passagem das informações para o Comando de Operações Marítimas e Proteção da Amazônia Azul (COMPAAz), Organização Militar que opera o SisGAAz (informação verbal)²⁴.

2.5 Classificação de embarcações por meio de uma RNA

Conforme apresentado por Lima Filho *et al.* (2022), o emprego de SARP em vigilância marítima pode ser otimizado com o uso de uma metodologia de planejamento na montagem de uma RNA, a qual está inserida no campo da Inteligência Artificial, e pode ser descrita como uma matriz computacional formada por um conjunto interconectado de neurônios artificiais, inspirada na estrutura e no funcionamento de neurônios de um cérebro humano, que engloba uma ampla variedade de técnicas e algoritmos.

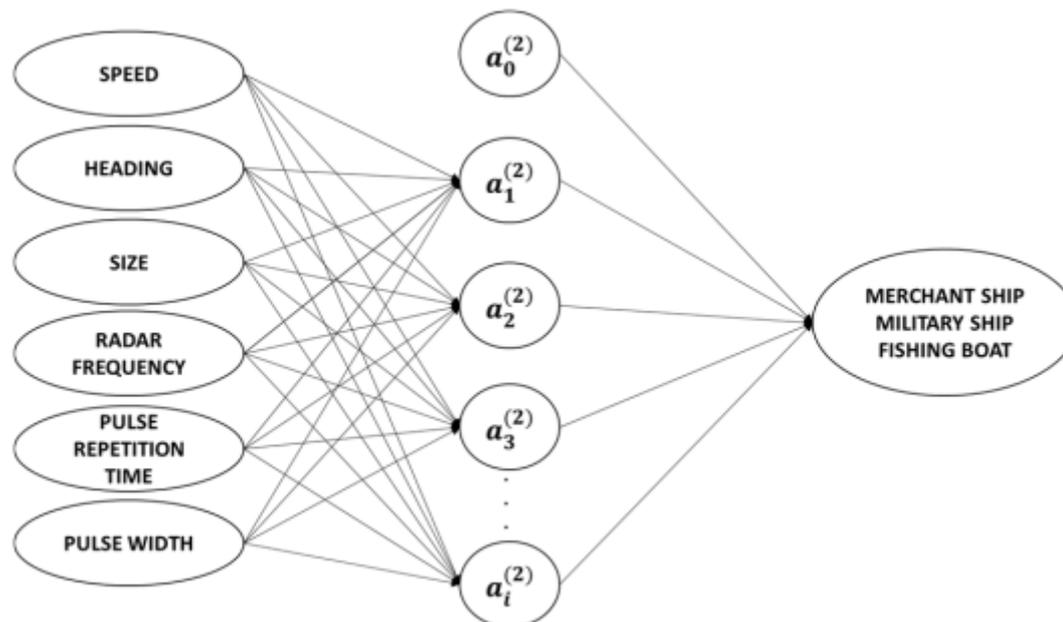
²³ Capitão de Corveta (Engenheiro Naval) Tadeu Corrêa Pinheiro. Entrevista concedida ao autor, conforme o Anexo A deste TCC. Brasília, DF, maio 2023.

²⁴ Capitão de Corveta (Engenheiro Naval) Tadeu Corrêa Pinheiro. Entrevista concedida ao autor, conforme o Anexo A deste TCC. Brasília, DF, maio 2023.

Embarcações possuem características que podem ser utilizadas para formar uma rede neural, com a criação de modelos para realizar tarefas de classificação, previsão, reconhecimento de padrões, entre outras.

De acordo com Lima Filho *et al.* (2022), uma RNA foi treinada para a pré-classificação de embarcações, a partir de um conjunto de dados de 1.000 navios mercantes, 1.000 navios militares e 1.000 barcos de pesca (apenas barcos de pesca com comprimento superior a 8,5 m foram considerados). A metodologia foi a mesma aplicada por Lima Filho *et al.* (2021) em seu outro artigo, que trata, com maiores detalhes, do desenvolvimento de RNA para auxiliar no processo de decisão envolvendo SARP de combate, em ambiente além do alcance visual (*Beyond Visual Range* – BVR). As características das embarcações utilizadas para a classificação, retiradas de diferentes fontes que dispõem de tais dados, foram: velocidade, variações de proa observadas durante um período de 30 minutos, tamanho e características radar (frequência, pulso radar e largura de pulso). A RNA foi do tipo *Perceptron* Multicamadas (PMC ou MLP – *Multi Layer Perceptron*), com uma ou mais camadas ocultas e com um número indeterminado de neurônios, conforme ilustrado na figura 12. A validação foi com 350 amostras de cada tipo de embarcação, totalizando 1.050 amostras. Maiores detalhes sobre o conjunto de treinamento e o conjunto de validação encontram-se expostos em Lima Filho *et al.* (2022).

Figura 12 – exemplo de esquema gráfico de uma RNA para a classificação de navios²⁵



Fonte: LIMA FILHO *et al.*, 2022.

A partir daí, uma ARP, com sensores radar SAR e ESM embarcados para esclarecimento, coletará as respectivas informações (velocidade, variação de proa, tamanho, freqüência radar, pulso radar e largura de pulso). Tais informações serão utilizadas na RNA, em tempo real, para a classificação das embarcações presentes na área. A RNA, então, calculará uma rota otimizada e com a prioridade a ser seguida pelo SARP. O tamanho da área de interesse poderá chegar a centenas de quilômetros, a depender da altitude do voo e dos alcances do radar SAR e do equipamento ESM empregados. Seguindo a rota otimizada, o SARP passará afastado das embarcações a serem verificadas até uma distância correspondente ao alcance do sensor eletro-óptico, cerca de 25 MN, o que possibilitará identificá-las.

²⁵ Uma rede neural consiste de um grande número de elementos de processamento chamados de neurônios, unidades, células ou nós. Cada neurônio é conectado a outros neurônios por meio de links de comunicações diretos (ou sinapses), cada um com um peso associado. Os pesos representam informações usadas pela rede para resolver um problema. Redes neurais podem ser aplicadas para uma ampla variedade de problemas, tal como armazenar ou recuperar dados ou padrões, classificar padrões, realizar mapeamento em geral a partir de padrões de entrada para padrões de saída, agrupar padrões semelhantes ou encontrar soluções para problemas restritos de otimização. (FAUSETT, 1994, p. 3, tradução nossa).

3 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, visita a órgão inserido no assunto (Censipam) e entrevistas a profissionais com conhecimentos relevantes nas suas respectivas áreas de atuação.

Foi explorado o recente estudo de Lima Filho *et al.* (2022), publicado na revista científica *IEEE Access*, que realiza uma extensa análise da literatura existente sobre o assunto em sua abordagem, e trazer para o cenário da Amazônia Azul uma nova possibilidade, com otimização no planejamento de rotas a ser seguido por um SARP, a partir do uso de Inteligência Artificial, mais especificamente com o desenvolvimento e treinamento de uma RNA para a classificação, previsão e reconhecimento de padrões de embarcações, como forma de contribuição, em nível acadêmico, para o projeto estratégico da Marinha de Comando e Controle, o SisGAAz.

Para tal, foi realizada uma análise sobre a extensão da Amazônia Azul, os seus recursos naturais, as vulnerabilidades e os riscos envolvidos no cenário marítimo, a importância para o Brasil em exercer a jurisdição sobre tão importante área, a situação de SARP no âmbito do Ministério da Defesa e o quadro geral do monitoramento atual em proveito do SisGAAz. Nesse contexto, foi sobreposta a imagem da Amazônia Azul, com a ERG, na área de Busca e Salvamento sob responsabilidade do Brasil, de forma a mostrar as grandes dimensões e afastamentos envolvidos.

Os dados foram coletados a partir de artigos científicos, Livros, Teses, Dissertações e Monografias ligados ao assunto.

Todo o material foi referenciado de acordo com as instruções previstas no Manual para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos da Escola Superior de Guerra, edição 2022 (ESG, 2022).

Também foram consultadas Leis, normas, publicações legais e endereços eletrônicos governamentais, em especial o da Marinha do Brasil e o da Força Aérea Brasileira.

Todas as fontes consultadas são abertas, acessíveis e de conhecimento público.

A interpretação e a análise dos dados pesquisados foram feitas com base nos preceitos legais que balizam a dimensão da área marítima da Amazônia Azul, na

exploração de recursos naturais vivos ou não vivos, das águas, do leito do mar e seu subsolo, e na utilização de SARP, com uso de Inteligência Artificial, em missões de vigilância ou busca marítima.

A pesquisa foi de caráter exploratório, explicativo, documental e bibliográfico. Após a pesquisa, buscou-se analisar e mostrar a dificuldade, em virtude da grande área envolvida, de se obter imagens em tempo real, com resolução que permita a identificação e o registro de embarcações, e o possível ganho operacional com o emprego de SARP, em ambiente marítimo, seguindo-se o planejamento otimizado de rotas.

4 ANÁLISE

Em 1963, ocorreu o episódio que ficou conhecido como “Guerra da Lagosta”. Pesqueiros franceses realizaram pesca de lagosta na Plataforma Continental brasileira sem a devida autorização. Em 2019, aconteceu o derramamento de óleo no mar. Praias nordestinas turísticas tiveram que ser isoladas e atividades pesqueiras precisaram ser interrompidas. Segundo Marques (2023), em abril deste ano, durante Patrulha Naval realizada pela Fragata Independência (F-44), um navio de pesquisa de bandeira alemã foi abordado na área da ERG. A intenção do navio estrangeiro era iniciar coleta de amostras do subsolo marinho, com o intuito de realizar pesquisa científica.

O Brasil possui um extenso litoral e uma forte mentalidade marítima. Conforme os anos passam, a preocupação e procura por recursos naturais aumenta. Os recursos vivos, os do solo e os do subsolo existentes na Amazônia Azul são incalculáveis.

Atualmente, o país não dispõe de uma vigilância com capacidade de cobrir as suas águas jurisdicionais. Com isso, eventuais ilícitos, como pesca ou pesquisa ilegal, podem estar ocorrendo na Amazônia Azul sem que o país tome conhecimento.

O projeto estratégico da Marinha, SisGAAz, que visa monitorar e proteger a Amazônia Azul, com os seus recursos vivos e não vivos, encontra-se em desenvolvimento e implantação gradual. Devido à enorme área em questão, tal projeto necessita de diferentes equipamentos e sistemas, para, a partir da integração e o processamento de informações recebidas, possibilitar a cobertura e o monitoramento pretendido.

SARPs demonstram bom potencial de realizar busca ou vigilância em áreas marítimas delimitadas e por um período de tempo estipulado, a serem estabelecidos em decorrência de alguma ocorrência, como aparecimento de mancha de óleo ou embarcações estrangeiras de pesca ou de pesquisa em águas jurisdicionais brasileiras, sem autorização. Os SARPs estratégicos possuem grande capacidade de alcance e autonomia e o seu sistema eletro-óptico possibilita a identificação de embarcações a grandes altitudes.

Diante das riquezas naturais existentes na Amazônia Azul e, conseqüentemente, das questões econômicas envolvidas, o emprego de SARP com

a aplicação de um planejamento com rotas otimizadas, calculadas a partir de IA, pode ser uma boa opção para contribuir com a vigilância marítima nas AJB.

4.1 Amazônia Azul e a área marítima SAR sob jurisdição brasileira

A extensa área marítima sob jurisdição brasileira, conhecida como Amazônia Azul, possui relevância inquestionável para o país. Nela, encontram-se abundantes recursos naturais vivos e não vivos, existentes nas águas, no leito do mar e no seu subsolo, como pesca, biodiversidade marinha, reservas de petróleo e de gás e inúmeros recursos minerais, entre outros, importantes para a economia nacional.

Em especial, ressalta-se que o Brasil figura entre os dez maiores produtores de petróleo do mundo e que vem aumentando consideravelmente a produção de gás natural. Praticamente, a totalidade dessas commodities é proveniente da área marítima brasileira. Além disso, as regiões oceânicas possuem grande potencial para a produção de energia renovável, a partir da instalação de turbinas de marés e de torres de geração eólica marítima, com previsão de crescer significativamente nos próximos anos, o que contribuirá com a geração de energia limpa para o país.

Por meio das rotas marítimas, a maioria absoluta do comércio exterior do Brasil é escoada, com resultados diretos na balança comercial do país e, conseqüentemente, na economia. Assim, é essencial que se mantenha o fluxo aquaviário e a segurança da navegação do tráfego marítimo pelas AJB, além de um reconhecido serviço de busca e salvamento.

Desde 2004, o governo brasileiro, por meio da CIRM, vem efetuando gestões junto à CLPC para a extensão do limite da sua PC. De acordo com o instituído na CNUDM, a PC pode exceder as 350 MN das linhas de base a partir das quais se mede a largura do Mar Territorial, desde que o leito não se configure como cristas submarinas. Em caso de elevações submarinas que sejam componentes naturais da margem continental, o limite não pode ultrapassar 100 MN da isóbata de 2.500 m. Uma extensa área da PC brasileira se encaixa neste caso, sendo a mais proeminente a ERG.

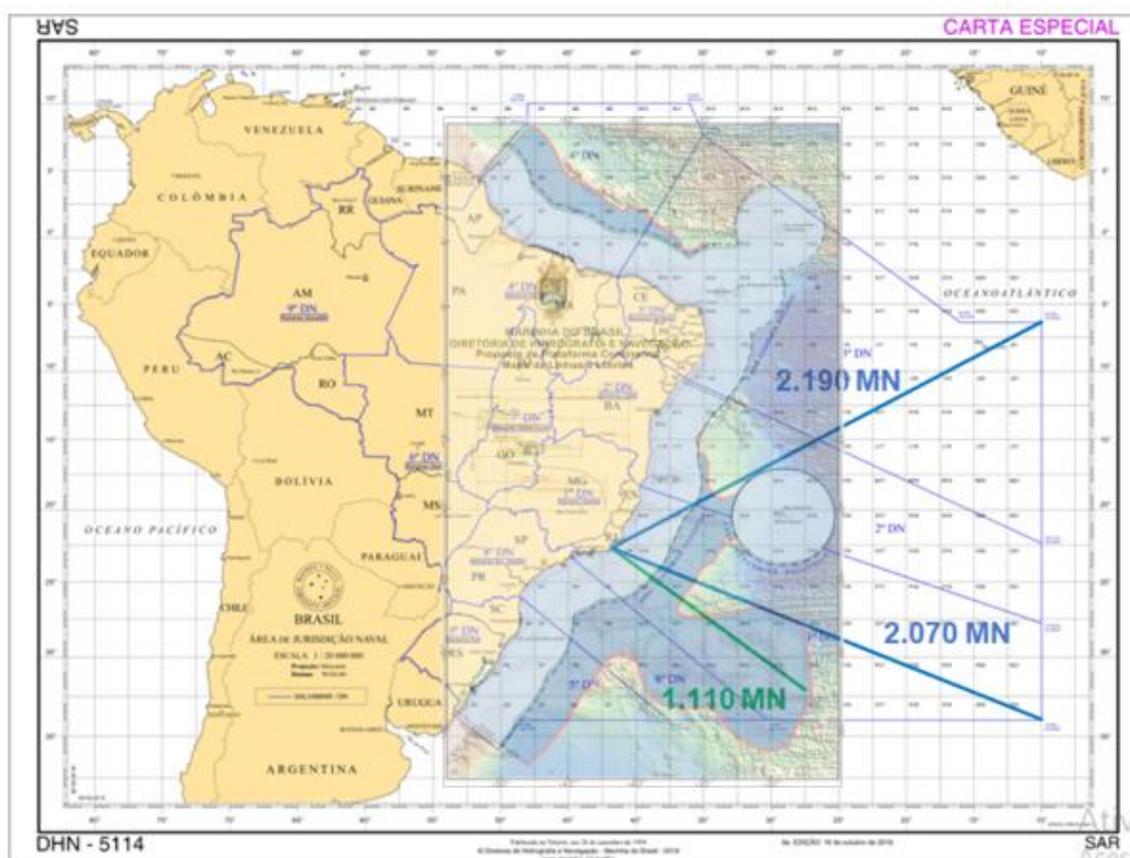
Inicialmente, o Brasil contava com uma área marítima com extensão de 3,6 milhões de km². Com as aprovações já obtidas, referentes aos pleitos feitos em 2004 e 2015, atualmente, o Brasil já conta com uma área de, aproximadamente, 4,4 milhões de km² sob sua jurisdição, ou seja, na qual o Brasil possui o direito

exclusivo de exploração econômica. Com a aprovação dos pleitos feitos em 2017 e 2018, a Amazônia Azul contará com, aproximadamente, 5,7 milhões de km².

As distâncias envolvidas na Amazônia Azul são muito grandes. No caso do ERG, o afastamento perpendicular da sua extremidade à costa é perto de 1.250 MN. Nas demais áreas da margem oriental/meridional, a distância do limite da PC estendida à costa gira em torno de 480 MN. Na área Nordeste, a PC segue a distância de 200 MN. Na área Norte, o limite estendido da PC aumenta, chegando a, aproximadamente, 480 MN.

Em relação à área SAR, as distâncias envolvidas são bem maiores. Para se ter idéia, o afastamento da cidade de São Pedro da Aldeia, onde se localiza o 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas, até o vértice mais ao Norte e a Leste (Lat 06° 22`S Long 010° 00`W) é em torno de 2.190 MN. A distância da cidade mencionada até o vértice mais ao Sul e a Leste (Lat 34°00`S long 010° 00`W) é próximo de 2.070 MN. Já o afastamento do Esquadrão até a borda externa da ERG é de, aproximadamente, 1.110 MN, conforme ilustrado na figura 13.

Figura 13 – área SAR sob responsabilidade do Brasil (Carta SAR de 2019)



Fonte: O AUTOR, 2023. (adaptado de BRASIL, 2019).²⁶

As áreas por onde passam os cabos submarinos, que fazem a transmissão de dados do Brasil com o restante do mundo, também envolvem grandes distâncias. Possuir a capacidade de monitoramento, identificação e registro é importante, de forma que sejam dissuadidas eventuais tentativas de boicotes, como interceptação de dados ou roubos de cabos, ou responsabilizadas embarcações envolvidas em danos, como ruptura por âncora ou redes de pesca.

Em virtude das grandes distâncias envolvidas, a vigilância em áreas específicas ou a busca por embarcações suspeitas de práticas de ilícitos diversos, de envolvimento em crimes ambientais ou de sabotagens/danos em cabos submarinos demandarão meios com capacidade de grande alcance e rapidez, de forma a possibilitar o deslocamento em tempo curto para a identificação e coleta de informações.

²⁶ Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav-publicacoes/carta-sar-5114>. Acesso em: 07 jun. 2023.

4.2 Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz)

O desafio de prover o monitoramento para a Amazônia Azul é imensurável, em virtude da sua gigantesca área marítima. Conforme previsto na PND, END, Livro Branco de Defesa nacional e PEM 2040, a Marinha do Brasil necessita ter um sistema de Comando e Controle para prover o monitoramento e proteção das suas Águas Jurisdicionais.

Atualmente, a Baía de Guanabara já possui o serviço de monitoramento das embarcações. Está prevista a ampliação gradual do sistema para outras áreas marítimas, com o seu aprimoramento contínuo.

O recebimento de informações de sistemas colaborativos, como o AIS, SIMMAP, SISTRAM, LRIT e PREPS, não assegura o monitoramento efetivo, pois depende da transmissão pela própria embarcação. Infere-se que navios em atividades ilícitas não irão transmitir dados reais por meio de sistemas colaborativos. Sem um sistema de vigilância efetivo, ilícitos diversos podem ocorrer nas áreas jurisdicionais brasileiras, como pesca ilegal, pesquisas não autorizadas, tráfico ilícito de pessoas, narcóticos e armas e poluição ambiental, sem que as autoridades competentes tenham conhecimento.

Um avanço grande para o monitoramento da Amazônia Azul foi o acordo realizado entre o Censipam e a MB. O autor deste TCC esteve em visita protocolar ao Censipam, em Brasília, no dia 19 de maio de 2023, com a turma do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia (CAEPE), da Escola Superior de Guerra, e pôde observar o potencial de coleta de imagens da área da Amazônia Azul. Entretanto, as imagens provenientes dos satélites a serviço do Censipam possuem restrições quanto à resolução e ao *gap* temporal. Por exemplo, é possível visualizar manchas de óleo no mar ou objetos grandes, como embarcações, porém, como já dito, não é possível fazer a identificação (bandeira, nome ou número de registro), bem como as atividades desempenhadas. Além disso, as imagens não são obtidas continuamente e em tempo real. Cabe mencionar que existe a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta automatizada com capacidade de disponibilizar as embarcações alvos extraídas do processamento de imagem SAR para o COMPAAz.

Devido às grandes áreas e distâncias envolvidas na Amazônia Azul, avalia-se que um SARP com capacidade de longo alcance (categoria 4 ou superior), com a decolagem prevista da Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia, onde se localiza

o esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas da Marinha, poderá alcançar, com relativa rapidez, pontos distantes dentro das áreas da Amazônia Azul e também na área SAR sob responsabilidade nacional, a depender do alcance previsto do SARP em questão.

Por exemplo, em uma situação hipotética, caso haja alguma atitude suspeita a uma distância de 500 MN do local de decolagem, a ARP, numa velocidade de 100 nós, levará 5 horas para alcançar a posição estimada. Ao chegar, deverá ter capacidade de procurar, localizar e identificar a embarcação alvo. Após, será necessário possuir autonomia para o regresso ao esquadrão. Para tal, torna-se obrigatório um equipamento de categoria 4 ou superior e que a sua comunicação seja feita via satélite.

4.3 Utilização de SARP no âmbito do MD

No âmbito do Ministério da Defesa (MD), a FAB foi a primeira Força a iniciar operação de SARP. Por ocasião da criação do Esquadrão Hórus, as operações eram realizadas com dois sistemas Hermes RQ-450, de categoria 3, com capacidade de baixa altitude e curto alcance (250 Km). Posteriormente, a partir de 2014, o esquadrão passou a operar com um sistema de categoria 4, o Hermes RQ-900, com capacidade de operação em média altitude e longo alcance (1.000 km) e com possibilidade de comunicação via satélite, proporcionando um significativo ganho operacional para a Força.

Em 2014, ano da Copa do Mundo no Brasil, o Hermes RQ-900 foi desdobrado da Base Aérea de Santa Maria para a Base Aérea de Santa Cruz, para a realização de voos sobre o estádio do Maracanã. O autor deste TCC observou um desses voos e pôde verificar as imagens coletadas, feitas a partir de um equipamento com um conjunto de sensores eletro-ópticos, com capacidade de captação de imagens de diferentes áreas, simultaneamente, e com alta resolução. Na ocasião, o link de dados foi realizado somente por LOS.

Posteriormente, o Esquadrão Hórus passou a operar o Hermes RQ-900 com comunicação via satélite, com a contratação de empresa para o fornecimento de frequência satelital para comunicações na Banda Ku. A principal vantagem da operação com esse tipo de comunicação é o grande aumento no alcance do SARP.

Em 2022, a MB ativou o 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas (EsqdQE-1), tendo como meio o SARP-Embarcado *ScanEagle*. A sua

concepção é para operação embarcada, sendo limitado a um alcance de 100 km a partir do seu navio lançador. Infere-se que o EsqdQE-1 terá uma evolução operacional significativa, o que o levará a incorporar novos meios de SARP, com maiores capacidades.

Também em 2022, o EB recebeu o seu primeiro SARP, o Nauru 1000C, de fabricação nacional, cuja categoria de operação é a 2. Assim, a comunicação entre a estação de terra e a aeronave é feita por LOS, o que limita o seu alcance a 100 km.

Observa-se que as três Forças já operam com SARP, o que poderá contribuir para o desenvolvimento na operação desses meios no âmbito do MD.

Como já mencionado anteriormente, avalia-se, no presente estudo, que a investigação de alguma atitude na imensa área marítima da Amazônia Azul requer, obrigatoriamente, rapidez e capacidade de grande alcance. A partir do momento em que houver informação de alguma embarcação suspeita de atividade ilícita, como navios de pesca ou de pesquisas estrangeiros, navios suspeitos de tráfico de drogas ou armas, entre outras, ou poluição em Águas Jurisdicionais Brasileiras, como manchas de óleo, a decolagem de um SARP a partir terra, no menor tempo possível, possibilitaria a busca de embarcações com características compatíveis com a situação levantada.

Ademais, ressalta-se que os custos envolvidos nas operações com SARPs são bem menores que os observados com o emprego de aeronaves tripuladas.

4.4 Emprego otimizado de SARP em proveito do SisGAAz

O cerne deste TCC é a abordagem sobre a possibilidade de se realizar uma busca ou vigilância marítima, a partir de SARP, a embarcações suspeitas de atos ilícitos, com a utilização de Inteligência Artificial, por meio da criação de uma RNA, desenvolvida e treinada para a classificação, previsão e reconhecimento de padrões de embarcações. Com uma ARP em voo, coletando dados com o radar SAR e o equipamento ESM, será possível realizar a vigilância e a busca a embarcações suspeitas em uma área com tamanho de centenas de quilômetros, seguindo uma rota com o planejamento otimizado.

Na análise da RNA com pré-classificação de embarcações, Lima Filho *et al.* (2022) criou um cenário marítimo e fez experimentos para verificar o desempenho de um SARP. O experimento consistiu no seguinte: criação de 30 pontos simulando embarcações, sendo que um dos pontos era o alvo, ou seja, um pescador em

atividade ilícita. A partir daí, foram calculadas três rotas diferentes, utilizando-se os seguintes métodos:

- Algoritmo de rotas diretas para sobrevoos de todas as embarcações;
- Algoritmo de rotas para sobrevoos dos pontos centrais dos conjuntos de embarcações (o ponto central de um conjunto de embarcações é a posição na qual o sensor alcança todas as embarcações daquele conjunto); e
- Algoritmo de rotas calculadas por RNA com pré-classificação para sobrevoos dos pontos centrais dos conjuntos de embarcações que tenham pelo menos uma embarcação reconhecida, pela rede neural, como pesqueiro.

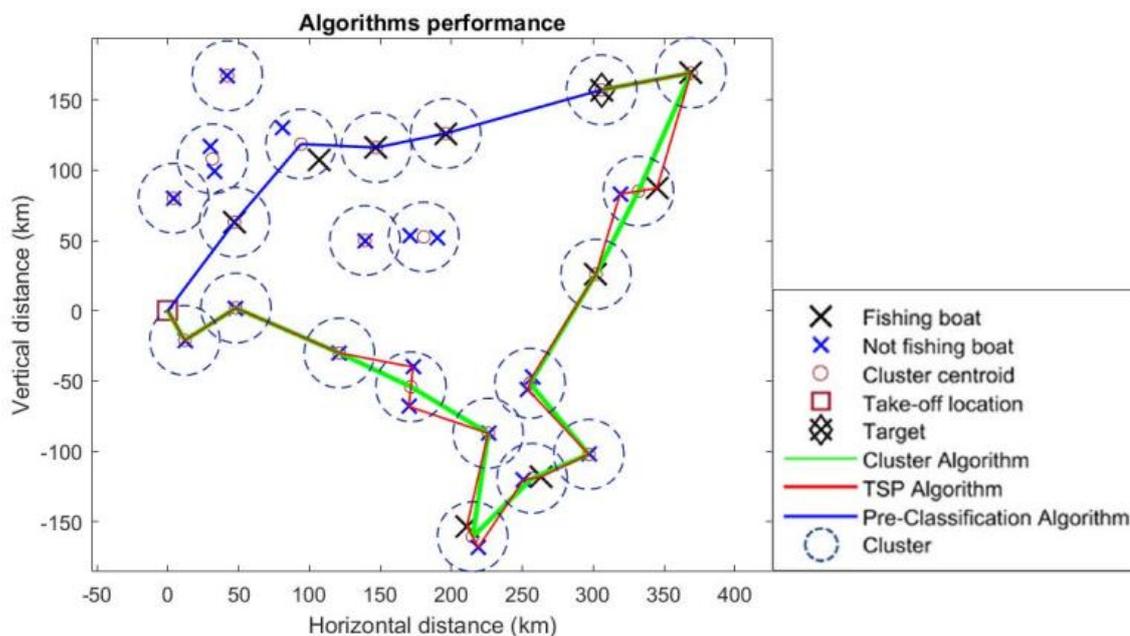
O objetivo do experimento foi encontrar a embarcação alvo o mais rápido possível, ou seja, no menor percurso.

Foram simulados voos com a ARP com os seguintes equipamentos:

- a) radar SAR, sendo considerada a recepção das três características da embarcação (velocidade, variação de proa e tamanho), a recepção parcial, com uma ou duas características da embarcação, e sem recepção de características;
- b) equipamento ESM em funcionamento e recebendo as três características do radar da embarcação (frequência radar, pulso radar e largura de pulso) ou sem receber nenhuma característica; e
- c) sensor eletro-óptico com alcance de 10, 15, 20 e 25 km.

O resultado mostrou que, mesmo com a recepção de apenas uma característica obtida pelo radar SAR, o tempo para achar o alvo foi bem menor com a utilização do algoritmo de rotas calculadas por RNA com Pré-classificação, independente do alcance do sensor eletro-óptico. Ou seja, na simulação, a ARP percorreu uma distância consideravelmente menor do que percorreria utilizando rotas diretas para sobrevoos de todas as embarcações ou rotas para sobrevoos dos pontos centrais dos conjuntos de embarcações, conforme ilustrado na figura 14.

Figura 14 – Desempenho das rotas calculadas com os três algoritmos diferentes



Fonte: LIMA FILHO *et al.*, 2022.

Para a identificação visual, nos pontos calculados pela RNA com Pré-Classificação, o sensor eletro-óptico será utilizado, de forma que consiga capturar imagens com a sua câmera e/ou *Infra Red*, identificar e realizar os registros das embarcações.

Assim, depende-se que o radar SAR é um equipamento essencial na busca marítima, utilizando-se a RNA com Pré-classificação, para o cálculo de uma rota otimizada.

Cabe mencionar que o algoritmo de rotas calculadas pela RNA em questão pode ser usado para pesquisar qualquer tipo de embarcação (navios mercantes, navios militares e pesqueiros), desde que a RNA seja configurada para tal.

No caso da Amazônia Azul, a Marinha do Brasil vem trabalhando no desenvolvimento do seu projeto estratégico SisGAAz, visando monitorar e proteger, continuamente, as suas AJB. Por se tratar de uma área de 5,7 milhões de km², equipamentos e meios diversos necessitam ser agregados para que contribuam com a vigilância e a prevenção de ilícitos.

A pesquisa realizada para a confecção do presente trabalho busca contribuir com o projeto estratégico em questão, no sentido de apontar para novas capacidades de operação envolvendo a exploração da Inteligência Artificial no emprego de SARP em ambiente marítimo.

Ressalta-se que o emprego de SARP numa área tão grande, na vigilância ou em busca por embarcações ilícitas, requer que o meio possua comunicação via satélite, para que tenha grande alcance, e equipamentos radar SAR e ESM, de forma a coletar os dados necessários para alimentar a RNA.

5 CONCLUSÃO

A Amazônia Azul é a extensa área marítima sob jurisdição brasileira. O seu último delineamento computa o total de 5,7 milhões de km². A sua importância para o Brasil é incontestável. Nela, encontra-se uma imensa diversidade de recursos naturais, como pesca, biodiversidade marinha, reservas de petróleo e de gás e recursos minerais incalculáveis, além da possibilidade do desenvolvimento da geração de energia renovável. Por ela, escoam-se quase que a totalidade dos produtos brasileiros vendidos no comércio exterior e também são dispostas linhas de cabos submarinos responsáveis por cerca de praticamente todas as comunicações transoceânicas do Brasil.

Com relação à área de Busca e Salvamento, a atuação do Brasil envolve uma extensa parte do Oceano Atlântico, com mais de 14 milhões de Km², o que torna a missão SAR brasileira bastante complexa e demandante de uma grande logística.

Situações que envolvam ilícitos ou poluição ambiental nas AJB ou ocorrências de acidentes/incidentes na área SAR sob responsabilidade do Brasil demandam meios capazes de realizar vigilância e busca.

O projeto estratégico de Comando e Controle da Marinha para prover o monitoramento da Amazônia Azul e de toda a área SAR sob responsabilidade brasileira, o SisGAAz, vem com o desenvolvimento progressivo e em aprimoramento contínuo, com a incorporação e a integração de equipamentos e sistemas, como radares localizados em terra e câmeras de alta resolução, além do recebimento e processamento de informações de sistemas colaborativos, como AIS, entre outros. Porém, o desafio é proporcional ao tamanho da área marítima brasileira. Nesse sentido, é importante que inovações voltadas para o monitoramento de áreas marítimas sejam pesquisadas e agregadas.

O Plano de Trabalho firmado entre a MB e o Censipam, no qual ficou estabelecida a cooperação e o apoio técnico, na condução de projetos e atividades que contribuam para o SisGAAz, visando o aprimoramento de um sistema de controle marítimo, ambiental e com o monitoramento de eventos ilícitos, especialmente para a detecção de embarcações não colaborativas, suscita uma excelente perspectiva, pois o Censipam detém de *expertise* consolidada na vigilância da Amazônia Legal. Aproveitando os satélites a serviço daquele Centro,

será possível a geração de imagens da Amazônia Azul, porém não em tempo real e com limitações em termos de resolução e de frequência na geração de imagens.

Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas demonstram ser boas alternativas para vigilância ou busca em áreas marítimas, com a realização de esclarecimento por um período de tempo determinado. Em comparação com aeronaves orgânicas de potencial correspondente, os custos envolvidos são significativamente menores.

Considerou-se que uma ARP em voo a 8.100 metros de altitude consegue a localização de embarcações importantes, por meio de radar SAR, até uma distância de 370 km, o que requer um sistema com capacidade de longo alcance, para que se aproxime da embarcação e possa visualizá-la com o sensor eletro-óptico. Ressalta-se que SARPs de longo alcance necessitam de comunicação via satélite.

No âmbito do Ministério da Defesa, já é uma realidade nas três Forças a operação com Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas. A FAB encontra-se mais avançada, inclusive já opera SARP Estratégico (categoria 4). Em setembro de 2022, ocorreu o primeiro voo de traslado do seu Hermes RQ-900, de Santa Maria – RS para Campo Grande – MS. Para tal, foi estabelecida, durante o deslocamento, a comunicação via satélite, com enlace de dados na Banda Ku, promovido por uma empresa contratada. Assim, é importante a sinergia entre as Forças coirmãs, para a otimização do desenvolvimento na operação com esse tipo de meio, o que contribuirá para a Segurança, Defesa e Desenvolvimento do Brasil.

No caso do cenário marítimo, mais especificamente para missões de vigilância ou de busca, constatou-se, a partir de um recente trabalho acadêmico de Lima Filho *et al.* (2022), a associação de SARPs com Inteligência Artificial, por meio do uso de uma RNA com Pré-classificação de embarcações. Redes neurais, após desenvolvidas e treinadas, conseguem realizar tarefas de classificação, previsão, reconhecimento de padrões, entre outras, o que adequou-se bem a missões de vigilância ou busca a barcos pesqueiros, atribuídas a Aeronaves Remotamente Pilotadas.

A conclusão do autor citado acima, após vários experimentos, com diferentes arranjos de dados, obtidos pelo radar SAR, equipamento ESM e diferentes alcances do sensor eletro-óptico, e em comparação com outros algoritmos, que calculavam rotas com sobrevoo de todas as embarcações ou de pontos centrais de conjuntos de embarcações, foi a de que o uso da RNA otimizou

significativamente a missão. Com pelo menos uma das características coletadas pelo radar SAR (velocidade, variação de proa ou tamanho), o percurso para achar a embarcação alvo (pesqueiro em atividade ilícita) foi consideravelmente menor, logo, a distância percorrida também foi bem menor.

Diante de todo o exposto, chegou-se a conclusão que o emprego de SARP categoria 4 ou superior, com comunicação via satélite, associado à Inteligência Artificial para vigilância de áreas marítimas de interesse, busca de embarcações suspeitas de práticas de ilícitos nas Águas Jurisdicionais Brasileiras ou busca SAR na área sob a responsabilidade do Brasil, demonstra-se como uma boa opção, pois, ao serem acionados, tais meios poderão alcançar a região de destino com rapidez. Ao encontrar a embarcação alvo, serão capazes de visualizar, identificar e registrar a atividade ilícita praticada, de forma que medidas cabíveis, incluindo as de proteção, sejam tomadas. Com isso, no processo de desenvolvimento e aprimoramento contínuo do SisGAAz, torna-se importante, cada vez mais, perseguir a promoção por uma sinergia de equipamentos, meios e demais capacidades voltadas para o monitoramento e a proteção de uma área marítima de enormes dimensões, como é o caso da Amazônia Azul.

REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, Thaís. Como funciona a tecnologia que conecta pessoas e continentes. **Canaltech**, 26 fev. 2019. Disponível em: <https://canaltech.com.br/telecom/cabos-submarinos-como-funciona-a-tecnologia-que-conecta-pessoas-e-continentes-133033/>. Acesso em: 5 jun. 2021.
- BARBOSA JUNIOR, Ilques. No mar, a riqueza e o futuro das nações: maior desafio do Brasil tem sido expressar o entendimento sobre sua importância estratégica. **Estadão**, São Paulo, 15 nov. 2019. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/economia-azul/noticias/no-mar-riqueza-e-o-futuro-das-nacoes>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- BRASIL. Comando da Marinha. **RQ1 – Scan Eagle**. Brasília, DF: MB, [2022].
- BRASIL. Comando da Marinha. Centro de Hidrografia da Marinha. **Carta SAR 5114**. Niteroi, RJ: CHM, 2019.
- BRASIL. Comando da Marinha. Diretoria-Geral do Material da Marinha. **Normas para a Operação e Emprego de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) na MB**. Rio de Janeiro: DGMM, 2022a.
- BRASIL. Comando da Marinha. Diretoria de Portos e Costas. **NORMAN-03/DPC**. Dispõe sobre Normas da Autoridade Marítima para Amadores, embarcações de Esporte e/ou Recreio e para cadastramento e funcionamento das marinas, clubes e entidades desportivas náuticas. [S. l.], 2003. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/cpap/sites/www.marinha.mil.br.cpap/files/normam03.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2023.
- BRASIL. Comando da Marinha. Estado-Maior da Armada. **Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040)**. Brasília, DF: EMA, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/pem2040>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- BRASIL. Comando da Marinha. **Portaria nº 90/MB/MD, de 29 de março de 2021**. Cria o 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas de Esclarecimento e dá outras providências. Brasília, DF: MB, 2021.
- BRASIL. Comando da Marinha. Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Plano de levantamento da plataforma continental brasileira**. Brasília, DF: CIRM, [2023?].
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 20 mar. 2023.
- BRASIL. **Decreto nº 10.293, de 25 de março de 2020**. Altera o Decreto nº 9.570, de 20 de novembro de 2018, que aprova a Estrutura Regimental e o Quadro

Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Defesa. Brasília, DF: Presidência da República, 2020a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10293.htm. Acesso em: 30 maio 2023.

BRASIL. **Decreto nº 11.337, de 01 de janeiro de 2023**. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão, das Funções de Confiança e das gratificações do Ministério da Defesa, e remaneja cargos em comissão, funções de confiança e gratificações. Brasília, DF, 2023a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Decreto/D11337.htm#art5. Acesso em: 30 maio 2023.

BRASIL. **Decreto nº 98.145, de 15 de setembro de 1989**. Aprova o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira, e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 1989. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1989/decreto-98145-15-setembro-1989-439494-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 4 maio 2023.

BRASIL. **Decreto nº 99.165, de 12 de março de 1990**. Promulga a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 1990. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1990/decreto-99165-12-marco-1990-328535-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 26 abr. 2023.

BRASIL. Exército. Comando Militar do Sudeste. Conheça o Nauru 1000C, novo drone do Exército Brasileiro. **Notícias do CMSE**, 16 dez. 2022b. Disponível em: <https://cmse.eb.mil.br/index.php/ultimas-noticias-categoria/740-conheca-o-nauru-1000c-novo-drone-do-exercito-brasileiro>. Acesso em: 29 jun. 2023.

BRASIL. Força Aérea. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 100-40 - Aeronaves remotamente pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro**. Brasília, DF: FAB, 2020b. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-40>. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. Força Aérea Brasileira. CECOMSAER. **Hermes 450 é empregado pela primeira vez em combate aéreo simulado**. Brasília, DF: FAB, 2014.

BRASIL. **Lei nº 8.617, de 04 de janeiro de 1993**. Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8617.htm. Acesso em: 23 mar. 2023.

BRASIL. **Lei Complementar nº 97, de 09 de junho de 1999**. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp97.htm. Acesso em: 25 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia – Censipam. **Atuação**. Brasília, DF: MD, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/censipam/pt-br/atuacao>. Acesso em: 27 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa. Política Nacional de Defesa**. Brasília, DF: MD, 2020c. Aprovada pelo Projeto de Decreto Legislativo nº 1127, de 2021. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, DF: MD, 2020d. Aprovado pelo Projeto de Decreto Legislativo nº 1127, de 2021. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/livro_branco_congresso_nacional.pdf. Acesso em: 24 mar. 2023.

BUEGERC.; EDMUNDST. Blue crime: conceptualising transnational organised crime at sea. **Marine Policy**, v. 119, Sept. 2020.doi: 10.1016/j.marpol.2020.104067.

CARVALHO, Roberto de Guimarães. A Amazônia Azul. **Revista Marítima Brasileira** Rio de Janeiro, v. 2, p. 19-21, 2004.

CARVALHO, Luciano Franklin de. SOS no mar: 292 pessoas foram resgatadas em 2022. **Agência Marinha de Notícias**, Brasília, DF, 02 ago. 2022. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/agenciadenoticias/sos-no-mar-292-pessoas-foram-resgatadas-em-2022>. Acesso em: 03 jul. 2023.

CENTRO DE EXCELÊNCIA PARA O MAR BRASILEIRO (CEMBRA). **O Brasil e o mar no século XXI: subsídios para o aproveitamento sustentável do mar brasileiro**. 3.ed. Niterói: CEMBRA, 2022.

DUAN G. J.; ZHANG P. F. Research on application of UAV for maritime supervision. **J. Shipping Ocean Eng.**, v. 4, n. 6, p. 322-326, 2014. Disponível: <http://davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/550bc19f7c4dc.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA. (Brasil). **Manual para elaboração de Trabalhos Acadêmicos da ESG**. Rio de Janeiro: ESG, 2022.

FAUSETT, V. Laurene. **Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications**. [S. l.]: Ed. Prentice-Hall, 1994. 461 p.

GAUDENCIO. Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) é incorporado à Aviação de Patrulha. **Agência Força Aérea**, 17 set. 2020. Disponível em: [https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36295/TECNOLOGIA%20-%20Sistema%20de%20Aeronave%20Remotamente%20Pilotada%20\(ARP\)%20%C3%A9%20incorporado%20%C3%A0%20Avia%C3%A7%C3%A3o%20de%20Patrulha](https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36295/TECNOLOGIA%20-%20Sistema%20de%20Aeronave%20Remotamente%20Pilotada%20(ARP)%20%C3%A9%20incorporado%20%C3%A0%20Avia%C3%A7%C3%A3o%20de%20Patrulha). Acesso em: 29 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS (IBP). **Maiores produtores mundiais de gás natural em 2021**. [S. l.]: IBP, 2022. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/maiores-produtores-mundias-de-gas-natural-em-2020/>. Acesso em: 3 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS (IBP). **Evolução da produção de petróleo e gás natural por ambiente**. [S.l.]: IBP, 2022a. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/evolucao-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural-no-pre-sal/>. Acesso em: 3 jul. 2023.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway. **International Renewable Energy Agency**, Abu Dhabi, v. 1, 2023. Disponível em: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>. Acesso em: 10 jul. 2023.

JAYME, Jonathan. Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas completa 3 anos no espaço. **Agência Força Aérea**. [Brasília]: FAB, 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/35703/ESPA%C3%87O%20-%20Sat%C3%A9lite%20Geoestacion%C3%A1rio%20de%20Defesa%20e%20Comunica%C3%A7%C3%B5es%20Estrat%C3%A9gicas%20completa%203%20anos%20no%20espa%C3%A7o>. Acesso em: 29 jun. 2023.

LAMPERT J. A. de Araujo; COSTA E. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA AMAZÔNIA AZUL: a importância estratégica e o aprimoramento. **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 140, n. 10/12, p. 77-80, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/rmb/sites/www.marinha.mil.br.rmb/files/RMB%204T-2020%20web.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2023.

LIMA FILHO G. M. D; MEDEIROS F. L. L.; PASSARO A. Decision support system for unmanned combat air vehicle in beyond visual range air combat based on artificial neural networks. **J. Aerosp. Technol. Manag.**, v. 13, p. 3721, Sept. 2021, doi: 10.1590/jatm.v13.1228. Acesso em: 28 abr. 2023.

LIMA FILHO G. M. de; PASSARO A.; DELFINO G. M.; SANTANA L. de; MONSUUR And H. Time-Critical Maritime UAV Mission Planning Using a Neural Network: Na Operational View. **IEEE Access**, v. 10, p. 111749–111758, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3215646. Acesso em: 24 mar. 2023.

MARAYANE. FAB assina contrato com AEL para ampliação da frota das aeronaves RQ-900. **Agência Força Aérea**. [Brasília]: FAB, 2021.

MARQUES, Camila. Patrulha Naval: a presença da Marinha nas Águas Jurisdicionais Brasileiras. **Agência Marinha de Notícias**, 05 maio 2023. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/agenciadenoticias/patrulha-naval-presenca-da-marinha-nas-aguas-jurisdicionais-brasileiras>. Acesso em: 29 jun. 2023.

NUNES, Roberta. FAB lança primeiros satélites do Projeto Lessonia-1. **Agência Força Aérea**, 25 maio 2022. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/39179/TECNOLOGIA%20ESPACIAL%20-%20FAB%20lan%C3%A7a%20primeiros%20sat%C3%A9lites%20do%20Projeto%20Lessonia%20-%201>. Acesso em: 5 jul. 2023.

PINHEIRO, Tadeu Corrêa. **Pesquisa para Trabalho de Conclusão de Curso na Escola Superior de Guerra (ESG) - apoio do Censipam em proveito do**

SisGAAz. [Entrevista cedida a] José Fabio Carneiro da Silva. Brasília-DF, 26 maio 2023. Endereço de email: tadeu.pinheiro@sipam.gov.br.

SANTOS, Enele. Aeronave Remotamente Pilotada da FAB realiza primeiro voo de traslado. **Agência Força Aérea**, 23 set. 2022. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/39791/VOO%20IN%20C3%89DITO%20-%20Aeronave%20Remotamente%20Pilotada%20da%20FAB%20realiza%20primeiro%20voo%20de%20traslado>. Acesso em: 29 jun. 2023.

SIMÕES, David Câmara. **Pesquisa para Trabalho de Conclusão de Curso na Escola Superior de Guerra (ESG) - Voos de Aeronaves Remotamente Pilotadas com comunicação via satélite.** [Entrevista cedida a] José Fabio Carneiro da Silva. Santa Maria - RS, 30 maio 2023. Endereço de email: camaradcs@fab.mil.br.

SUBMARINE Cable Map. **AQUACOMMS**, Dublin, 23 Jun. 2023. Disponível em: <https://www.submarinecablemap.com/>. Acesso em: 29 jun. 2023.

VIDIGAL, Armando Amorim Ferreira. **Amazônia Azul: o mar que nos pertence.** Rio de Janeiro: Record, 2006.

VICHI L. P.; PINTO D. J. A.; SÁ A. L. N. de. A defesa da infraestrutura de cabos submarinos: por uma interface entre a defesa cibernética e a segurança marítima no Brasil. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 326-346, maio/ago. 2020.

ANEXO A

ENTREVISTAS

Entrevistado: Capitão de Corveta (Engenheiro Naval) TADEU CORRÊA PINHEIRO.

Função: Coordenador da Amazônia Azul no Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (Censipam).

Data: 26 de maio de 2023.

Local: Brasília - DF.

Endereço de email: tadeu.pinheiro@sipam.gov.br.

1 - Quais tipos de satélites e quais constelações são empregados para a coleta de imagens na área da Amazônia Azul?

Resposta: Cosmo-SkyMed, Lessonia, Iceye e Sentinel-1.

2 - Os satélites dispõem de quais equipamentos para a coleta de imagens ou de outras informações?

Resposta: Imagens SAR modo Stripmap e ScanSAR.

3 - Qual a frequência de coleta de imagens ou de outras informações?

Resposta: A resolução temporal dos satélites são:

- Sentinel 12 em 12 dias;
- Cosmo-SkyMed – 1, 2, 4, 8, 16 dias dependendo do arranjo dos satélites.
- Iceye – 17 dias; e
- Lessonia – 17 dias.

4 - Qual a qualidade das imagens?

Resposta: A resolução espacial dos satélites são:

- Sentinel - 30 metros;
- Iceye e Lessonia - 3 e 15 metros (ScanSAR e Stripmap); e
- Cosmo-SkyMed - 3 e 15 (ScanSAR e Stripmap).

5 - É possível identificar uma embarcação (bandeira, nome da embarcação e número de registro) e as atividades realizadas, como por exemplo pesca ou pesquisa?

Resposta: Não.

6 - É possível detecção de manchas de óleo no mar?

Resposta: Sim.

7 - Existe algum documento que estabelece a acordo da Marinha com o Censipam?

Resposta: Sim. O Plano de Trabalho – PT N° 2/2020 – DIGER.

8 - Como são passadas as informações para o COMPAAZ?

Resposta: Nesse momento, o Censipam buscou realizar testes de performance de tecnologias para serem empregados no monitoramento da Amazônia Azul. São sistemas satelitais SAR (Synthetic Aperture Radar) e de detecção por radiofrequência (RF). Estamos desenvolvendo uma ferramenta automatizada que

disponibilizará alvos (embarcações) extraídos do processamento de imagens SAR. Quando esta ferramenta estiver concluída iniciaremos a troca de informações com a Marinha do Brasil.

9 - Existe perspectiva para o aprimoramento da captura de imagens na área da Amazônia Azul e o aumento da frequência na coleta de imagens?

Resposta: Isso é objeto para futuros acordos entre a MB e o Censipam.

10 - Outras informações julgadas úteis.

Resposta: Nós temos que aumentar nossa capacidade de entrada de dados, seja imagens SAR de diferentes sistemas ou de geolocalização por RF. Além de definir áreas de maiores prioridades para o monitoramento.

Entrevistado: Major Aviador DAVID CÂMARA SIMÕES.

Função: Encarregado do Departamento de Operações do Esquadrão Hórus (1º/12º GAV), da Força Aérea Brasileira.

Data: 30 de maio de 2023.

Local: Santa Maria - RS.

Endereço de email: camaradcs@fab.mil.br.

1 - Atualmente, o Esquadrão Hórus faz voos com os seus SARPs Hermes 900 com comunicação via satélite? Se sim, qual a banda utilizada?

Resposta: Sim. O Esquadrão Hórus opera o Hermes RQ-900 neste tipo de enlace, através da banda Ku.

2 - Existe a possibilidade dos SARPs Hermes, do Esquadrão Hórus, realizar a comunicação satelital utilizando o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) do Brasil? Caso sim, há alguma previsão para isso ocorrer? Caso sim, a cobertura satelital do SGDC atende a todo o território brasileiro e as águas marítimas de interesse do Brasil (Mar Territorial, Zona Econômica Exclusiva, Plataforma Continental e área de busca e salvamento de responsabilidade do Brasil, com distância até o meridiano 10° W)?

Resposta: Não. De acordo com o Manual de Descrição do Sistema Hermes RQ-900, publicação oficial fornecida pela fabricante ELBIT, na versão operada pela FAB há apenas a opção de operação através da Banda Ku. É sabido que o SGDC opera nas bandas Ka e X.

3 - No Termo de Referência citado acima, no seu item 2.4, consta que a comunicação é feita na banda Ku. É possível também fazer a comunicação dos SARPs Hermes 900 na banda X?

Resposta: Não, a ARP RQ-900 opera apenas na banda Ku em enlace satelital.

ANEXO B**PLANO DE TRABALHO Nº 2/2020, do Censipam**

MINISTÉRIO DA DEFESA
SECRETARIA-GERAL
CENTRO GESTOR E OPERACIONAL DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA
DIRETORIA-GERAL
SPO QUADRA 03 ÁREA 05 BLOCO K - BRASÍLIA-DF - CEP: 70.610-200
Telefone: (61) 3214-0200 e protocolo.ccg@sipam.gov.br

PLANO DE TRABALHO - PT Nº 2/ 2020 – DIGER

1. DADOS CADASTRAIS				
a. Proponente				
Órgão / Entidade Proponente			CNPJ	
Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - CENSIPAM			07.129.796/0001-16	
Endereço				
SPO Área 5, Quadra 3, Bloco K - Condomínio da ANA				
Cidade	UF	CEP	DDD / Telefone	E. A.
Brasília	DF	70.610-200	(61) 3214-0200	Federal
Nome do Responsável			CPF	
RAFAEL PINTO COSTA			920.322.490-49	
RG/Órgão Exp.	Cargo	Patente	Portaria nº 471, da Casa Civil da Presidência da República de 2/10/2020, publicada no DOU 191 de 5/10/2020.	
1059497535 SSP/RS	Diretor-Geral do Censipam	Perito Criminal Federal/DPF		
Endereço			CEP	
SQNW 311 BL A AP 107			70.687-305	



b. Outros Partícipes - Executor				
Órgão / Entidade Proponente			CNPJ	
Estado-Maior da Armada - EMA			00.394.502/0074-08	
Endereço				
Esplanada dos Ministérios, Bloco N, 5º andar				
Cidade	UF	CEP	DDD / Telefone	E. A.
Brasília	DF	70.055-900	(61) 3429-1110	Federal
Nome do Responsável			CPF	
CLÁUDIO PORTUGAL DE VIVEIROS			504.430.977-04	
RG/Órgão Exp.	Cargo	Patente	DOU de 16 de março de 2020, Seção 2. Decretos de 13 de março de 2020.	
297799/ MB-RJ	Chefe do Estado-Maior da Armada	Almirante de Esquadra		
Endereço			CEP	
SHIS QL 12, Conjunto 13, Casa 6, Brasília - DF			71.630-335	

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO	
Título do Projeto	Período de Execução
Cooperação e Apoio Técnico entre o Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - Censipam e a Marinha do Brasil – MB.	NOV2020 a NOV2025



2.1. Identificação do Objeto

O presente Plano de Trabalho tem por objeto promover a cooperação e o apoio técnico entre o Censipam e a MB, através do Estado-Maior da Armada - EMA, na condução de projetos e atividades que visam contribuir para a implementação do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul - SisGAAz, intercâmbio de geointeligência, capacitação de recursos humanos e apoio às comunicações satelitais na área da Amazônia Legal e Pantanal.

2.2. Diagnóstico

A MB envida esforços para implementar o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), que consiste num grande “sistema de sistemas” destinado a prover monitoramento/controle sobre nossas águas jurisdicionais, com dupla funcionalidade nos campos militar e civil, sendo esta última coordenada pela Autoridade Marítima. A capacidade obtida com sua implementação permitiria, por exemplo, que o crime ambiental, ocorrido no litoral do nordeste brasileiro no final de 2019, fosse mitigado por aperfeiçoado monitoramento da Amazônia Azul.

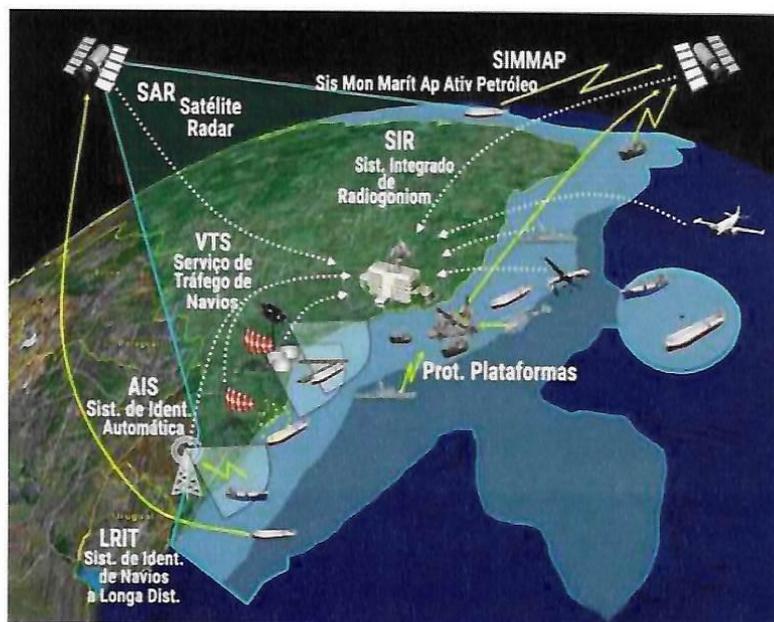


Figura 1. Representação gráfica do SisGAAz (fonte: Plano Estratégico da Marinha)



Por ocasião da reunião extraordinária do Conselho Deliberativo do Sistema de Proteção da Amazônia (CONSIPAM), ocorrida em novembro de 2019, foi deliberado pelos membros que o Censipam passaria a apoiar também o monitoramento da Amazônia Azul. Tal deliberação foi concretizada pelo Decreto nº 10.293, de 25 de março de 2020, que ampliou a área de atuação do Censipam para incluir o Mar Territorial, a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e outras áreas consideradas de interesse.

Diante desse quadro, e considerando que se faz necessário a adoção de medidas que contribuam para o desenvolvimento sustentável e a proteção da Amazônia Azul, priorizando a sinergia das ações de governo, por meio da valorização das alianças institucionais, é que está sendo proposto esse Plano de Trabalho entre o Censipam e a MB, representada pelo EMA, para o atingimento de objetivos comuns, em harmonia com a missão institucional de cada um. Para tanto, foram realizadas reuniões técnicas entre os representantes das instituições envolvidas, que resultaram na identificação de oportunidades de parceria, que poderão ser levadas a termo, através da execução de medidas operacionais com vistas à implementação do SisGAAz, além de outras áreas de interesse mútuo.

2.3. Abrangência

As atividades acordadas neste Plano de Trabalho serão desenvolvidas no âmbito do território nacional e abrangerão os seguintes tópicos:

2.3.1 - Nivelamento de procedimentos.

2.3.2 - Apoio ao Programa SisGAAz:

2.3.2.1 - Desenvolvimento de um sistema para detecção automática de embarcações não colaborativas;

2.3.2.2 - Desenvolvimento de um sistema para detecção automática de manchas de óleo no mar;

2.3.2.3 - Modernização do Sistema Integrado de Radiogonometria (SIR) da MB e permanência da integração ao Sistema de Monitoramento HF/DF (*High Frequency / Direction Finding*) do Censipam; e



2.3.2.4 - Designação de um Oficial da MB para servir no Censipam.

2.3.3 - Intercâmbio de Geointeligência.

2.3.4 - Capacitação de Recursos Humanos (RH):

2.3.4.1 - Cursos na área de sensoriamento remoto;

2.3.4.2 - Palestras nas Organizações Militares (OM) do Sistema de Ensino Naval (SEN); e

2.3.4.3 - Emprego do sensoriamento remoto em Jogos de Guerra nos Cursos de Estado-Maior da MB.

2.3.5 - Apoio às comunicações satelitais na área da Amazônia Legal e Pantanal:

2.3.5.1 - Internet satelital para os meios navais e de fuzileiros navais na área da Amazônia Legal e Pantanal, conforme modelo a ser definido em reuniões técnicas.

3. JUSTIFICATIVA

O Brasil possui uma extensa área marítima, com importância inquestionável por ser a principal via de transporte do comércio exterior do País, por sua diversidade de recursos naturais como a pesca, a biodiversidade marinha, por suas reservas de petróleo e gás e outros recursos minerais, além de sua influência sobre o clima brasileiro. Em virtude de possuir uma área equivalente a 67% do nosso território terrestre, com dimensão e biodiversidade semelhantes ao da Amazônia Verde, convencionou-se chamá-la de “Amazônia Azul”.

A Amazônia Azul possui cerca de 5,7 milhões de quilômetros quadrados, contemplando espaços marítimos, rios e lagos sob jurisdição brasileira. Uma imensidão de riquezas com vertentes econômica, científica, ambiental, cuja proteção e garantia da soberania requerem constante aprimoramento e integração de esforços de setores, instituições e segmentos da sociedade. Pesca, turismo, transporte marítimo, exploração de petróleo, bioenergia e preservação de sítios ambientais são algumas das atividades que pulsam no seio desse patrimônio nacional, com caminhos infinitos para a prosperidade. Nesse ensejo, a Amazônia Azul extrapola o contexto geográfico a que corresponde e remete a um conceito político-estratégico de



consolidação da posição e relevância do Brasil no Atlântico Sul, inserido na bivalência de ampla exploração sustentável e proteção contínua frente a inúmeras ameaças presentes e futuras, como pirataria, pesca ilegal, poluição hídrica e interesses estatais.

A extensão dos incomensuráveis danos ambientais e sociais causados pelo recente incidente de derramamento de óleo que atingiu o litoral brasileiro, aliada a ocorrências de outros ilícitos em Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), como a pesca ilegal, não declarada e não regulamentada; pesquisas científicas não autorizadas; navegação em área proibida, como no entorno de plataformas de exploração de petróleo; e o tráfico ilícito de entorpecentes, contrabando e descaminho, corroboram a importância de se dotar o País de um sistema eficiente e eficaz de monitoramento e proteção daquele espaço geográfico.

As atividades do presente Plano de Trabalho, constam do Planejamento Estratégico do Censipam e no Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040), e fazem parte dos seguintes Objetivos Estratégicos (OE) de cada Órgão:

3.1. Censipam:

OE 01:1 - Consolidar o papel do Censipam.

Descritor do Objetivo: Este objetivo tem o papel de buscar elementos, que em conjunto com os demais objetivos, para sedimentar o papel do Censipam como órgão essencial de proteção da Amazônia Legal e principal produtor de dados e informações qualificadas sobre a região; bem como difundir as potencialidades do SIPAM aos estados e municípios da Amazônia Legal, ampliar a cooperação com as Forças Armadas, na busca por necessidades que possam ser atendidas pelo SIPAM, juntar esforços com os países vizinhos e agências internacionais na busca por parcerias no combate a ilícitos transnacionais e ampliação das capacitações. No que tange ao Conselho Deliberativo do Sistema de Proteção da Amazônia – CONSIPAM, interagir com maior eficácia, manter maior aproximação e interação com pontos focais e manter-se fiel às diretrizes do Conselho.

Meta Vinculada 3.2 - Estabelecimento de cooperações nas esferas municipais, estaduais e federais.



3.2. Marinha do Brasil:

Objetivo Naval (OBNAV) 2 - Prover a Segurança Marítima.

Estratégia Naval (EN) 2 - Segurança Marítima.

Descritor: Esta estratégia visa reduzir de forma significativa a quantidade absoluta e relativa de incidentes e, principalmente, acidentes de navegação nas AJB. Além disso, visa incrementar a capacidade da MB em termos de operações ou cooperações que promovam a fiscalização das AJB a fim de garantir de forma plena os direitos de Soberania do País.

OBNAV 10 - Ampliar a Consciência Situacional Marítima (CSM) nas áreas de interesse da MB.

EN 10 - Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz).

Descritor: Visa incrementar a capacidade de detecção, localização, acompanhamento e interceptação dos contatos que estejam nas AJB.

O SisGAAz tem por objetivo monitorar e controlar, de forma integrada, as AJB e as áreas internacionais de responsabilidade para operações de Socorro e Salvamento (SAR – *SearchandRescue*), a fim de contribuir para agilizar o ciclo decisório, assegurando assim a capacidade de pronta resposta a qualquer ameaça, emergência, agressão ou ilegalidade.

O monitoramento da área de cobertura do SisGAAz disponibilizará um conjunto de informações que servirão de insumos para a tomada de decisões e, quando aplicável, o estabelecimento de medidas de reação a uma ameaça ou a uma emergência identificada.

4. OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.1. Objetivo Geral

Estabelecer apoio técnico entre o Censipam e a MB, com vistas ao desenvolvimento de projetos e atividades, que possam contribuir para a implementação de um sistema de controle marítimo, ambiental e com o monitoramento de eventos ilícitos. Além disso, a execução deste instrumento visa o desenvolvimento de ações conjuntas, para o aprimoramento técnico-científico, à geração de conhecimento e o fortalecimento institucional.



4.2. Objetivos Específicos

4.2.1 - Detecção embarcações não colaborativas - Aplicação de imagens SAR, em áreas focais a serem definidas pela MB, para o monitoramento e emissão de alertas de embarcações não colaborativas em trânsito pelas AJB, em complemento ao monitoramento disponibilizado pelos demais sensores do SisGAAz;

4.2.2 - Detecção de manchas de óleo - Aplicação de imagens SAR, em áreas focais a serem definidas pela MB, para o monitoramento e emissão de alertas de manchas de óleo nas AJB, possibilitando ações para mitigar os danos causados por esse tipo de crime ambiental;

4.2.3 - Modernização do Sistema Integrado de Radiogonometria (SIR) da MB e permanência da integração ao Sistema de Monitoramento HF/DF (*High Frequency / Direction Finding*) do Censipam - Atualização dos equipamentos/sistemas da Rede de Radiogoniometria de Alta Frequência (RRGAF) da MB e sua compatibilização com os equipamentos/sistemas do Censipam, também revitalizados, com posterior emprego dos produtos em apoio ao SisGAAz;

4.2.4 - Designação de um Oficial da MB para servir no Censipam – A MB designará um oficial Superior, com as competências definidas pelo Censipam, para servir no Centro de Coordenação Geral, em Brasília-DF, por um período mínimo de três anos. O Oficial designado atuará de forma permanente, coordenando as ações decorrentes deste Plano de Trabalho e facilitando o intercâmbio de informações entre os dois órgãos;

4.2.5 - Intercâmbio de Geointeligência - Intercâmbio de conhecimentos de geointeligência, com base na análise de imagens e informações geográficas entre o Censipam e os órgãos do Sistema de Inteligência da Marinha (SIMAR), por meio de protocolos a serem definidos posteriormente;

4.2.6 - Capacitação de RH - Construção de uma agenda de capacitação de militares indicados pela MB em “Curso de Radar de Abertura Sintética”, bem como apoio técnico operacional para processamento de dados provenientes de sensores orbitais ou aerotransportados. Construção de uma agenda de palestras, a serem ministradas por servidor indicado pelo Censipam, em Organizações Militares do Sistema de Ensino Naval indicadas pela MB. O propósito das palestras é dar conhecimento aos alunos das Escolas de Formação das capacidades de atuação, os projetos e os recursos tecnológicos do Censipam disponíveis às Forças Armadas e aos órgãos governamentais. Por fim, na capacitação de RH, deverá ser avaliada a viabilidade de emprego



das capacidades de Sensoriamento Remoto e de Inteligência Geoespacial do Censipam, em apoio aos Jogos de Guerra nos Cursos de Estado-Maior da Escola de Guerra Naval e Sistema de Jogos Didáticos do Centro de Simulação do Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo (CIASC) em apoio os cursos de Oficiais e Praças do Corpo de Fuzileiros Navais (CFN).

4.2.7 - Disponibilização de equipamentos de comunicação satelital para os meios navais e de fuzileiros navais na área da Amazônia Legal e Pantanal. No cumprimento da sua Missão, a MB realiza ações de Inspeção Naval / Patrulha Naval e Operações Ribeirinhas nas regiões em comento, sendo primordial que seus sistemas de comando e controle tenham redundância, proporcionando aos meios navais e de fuzileiros navais uma adequada consciência situacional da área de operações.

5. METODOLOGIA E INTERVENÇÃO

5.1. Meta 1 - Nivelamento de Procedimentos

- Ação 1: Reunião técnica para definição das Organizações Militares / Representantes de ambos os órgãos responsáveis por cada objetivo a ser atingido;
- Ação 2: Reunião técnica para definir a estruturação, a modelagem, a produção e o compartilhamento de informações necessárias ao cumprimento deste Plano de Trabalho;
- Ação 3: Construção de agenda de capacitação nos temas objeto deste Plano de Trabalho para os servidores de ambas as instituições; e
- Ação 4: Coordenar as atividades conjuntas com as equipes responsáveis por cada objetivo definido neste Plano de Trabalho.

5.2. Meta 2 - Detecção embarcações não colaborativas

- Ação 1: Reunião técnica para definição das áreas prioritárias para monitoramento;
- Ação 2: Definição e obtenção de imagens SAR e produção de dados e informações geoespaciais nas áreas a serem monitoradas;
- Ação 3: Reuniões técnicas para desenvolvimento conjunto de um sistema de alerta de embarcações não colaborativas nas áreas monitoradas; e
- Ação 4: Realização de testes e validação de campo.



5.3. Meta 3 - Detecção de manchas de óleo nas AJB

- Ação 1: Reunião técnica para definição das áreas prioritárias para monitoramento;
- Ação 2: Definição e obtenção de imagens SAR e produção de dados e informações geoespaciais nas áreas a serem monitoradas;
- Ação 3: Reuniões técnicas para desenvolvimento conjunto de um sistema de alerta de manchas de óleo nas áreas monitoradas; e
- Ação 4: Realização de testes e validação de campo.

5.4. Meta 4 - Modernização do Sistema Integrado de Radiogoniometria (SIR) da MB e integração ao Sistema de Monitoramento HF/DF (*High Frequency / Direction Finding*) do Censipam

- Ação 1: Diagnóstico da situação atual das Estações do Sistema Integrado de Radiogoniometria (SIR) da MB, com levantamento técnico das condições de funcionamento e necessidades de atualização;
- Ação 2: Diagnóstico da situação atual das Estações do Sistema HF/DF do Censipam, com levantamento técnico das condições de funcionamento e necessidades de atualização;
- Ação 3: Definição de requisitos técnicos operacionais visando garantir que os sistemas da MB e do Censipam permaneçam interoperáveis;
- Ação 4: Realização de manutenção corretiva e implantação de um sistema modernizado nas Estações Radiogoniométricas previamente definidas, que possibilite a interoperabilidade entre o SIR e o Sistema HF/DF"; e
- Ação 5: Permanência da integração do SIR ao Sistema HF/DF.

5.5. Meta 5 - Intercâmbio de Geointeligência

- Ação 1: Reunião técnica para definição das áreas do conhecimento que serão objeto de intercâmbio;
- Ação 2: Definição dos Órgãos do SIMAR que participarão do intercâmbio de geointeligência com o Censipam; e
- Ação 3: Estabelecimento de protocolos para intercâmbio de conhecimentos de geointeligência entre o Censipam e a MB.



5.6. Meta 6 - Internet satelital para os meios navais e de fuzileiros navais

- Ação 1: Reunião técnica para definição de requisitos para os equipamentos a serem utilizados nos meios navais e de fuzileiros navais; e
- Ação 2: Reunião para definição de locais para instalação de equipamentos utilizando a tecnologia GESAC/VSAT Transportável.

5.7. Meta 7 - Capacitação de RH

- Ação 1: Reunião para construção de uma agenda de capacitação;
- Ação 2: Reunião para construção de uma agenda de palestras em Organizações Militares do Sistema de Ensino Naval indicadas pela MB;
- Ação 3: Reunião para avaliação da viabilidade de emprego das capacidades de Sensoriamento Remoto e de Inteligência Geoespacial do Censipam, em apoio aos Jogos de Guerra nos Cursos de Estado-Maior da Escola de Guerra Naval (EGN) e Sistema de Jogos Didáticos do Centro de Simulação do Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo (CIASC) em apoio os cursos de Oficiais e Praças do Corpo de Fuzileiros Navais (CFN).

6. RECURSOS FINANCEIROS

6.1. As despesas necessárias à plena consecução do objeto acordado, tais como: pessoal, deslocamentos, comunicação entre os entes e outras que se fizerem necessárias, correrão por conta das dotações específicas constantes nos orçamentos das Partes. Os serviços decorrentes do presente Plano de Trabalho serão prestados em regime de cooperação mútua, não cabendo às Partes quaisquer remunerações decorrentes; e

6.2. Caso sejam identificadas necessidades adicionais, que impliquem em despesas vinculadas à transferência de crédito para o alcance dos objetivos, deverá ser celebrado instrumento específico, na forma da legislação vigente, com a necessária análise jurídica prévia.

7. UNIDADE RESPONSÁVEL E GESTOR DO PLANO DE TRABALHO

7.1. Unidade Responsável: Censipam

- Gestor Titular: CMG (RM1-FN) Raimundo Lopes Camargos Filho, telefone (61) 32140397, e-mail raimundo.camargos@sipam.gov ; e



- Gestor Substituto: Gestor Titular: CC (EN) Tadeu Corrêa Pinheiro, telefone (21) 99115-0875, e-mail correa.pinheiro@marinha.mil.br.

7.2. Unidade Responsável: MB

- Gestor Titular: CMG (T) Mauricio Pires Malburg da Silveira, telefone (21) 98112-6379 e malburg@marinha.mil.br; e
- Gestor Substituto: CF (EN) Carla de Sousa Martins, telefone (61) 3429-1073 e e-mail carla.martins@marinha.mil.br.

7.3. Poderão ser designados, ainda, pontos de contato (POC) para as atividades acordadas neste Plano de Trabalho, de modo a auxiliar os respectivos gestores.

8. PLANO DE AÇÃO E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Na tabela abaixo, o mês “M” refere-se ao mês e ano da assinatura deste documento.

METAS	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PERÍODO	SITUAÇÃO	
1	Nivelamento de Procedimentos	1 - Reunião técnica para definição das OM / Representantes de ambos os órgãos responsáveis por cada objetivo a ser atingido.	Diretoria-Geral do Material da Marinha (DGMM)/Censipam	M/M+1	
		2 - Reunião técnica para definir a estruturação, a modelagem, a produção e o compartilhamento de informações necessárias ao cumprimento deste Plano de Trabalho.	DGMM/Censipam	M+1	
		3 - Construção de agenda de capacitação nos temas objeto deste Plano de Trabalho para os servidores de ambas as instituições.	DGMM/Censipam	M+2	
		4 - Coordenar as atividades conjuntas com as equipes responsáveis por cada	DGMM/Censipam	M+2	



		objetivo definido neste Plano de Trabalho.			
2	Deteção embarcações não colaborativas	1 – Reunião técnica para definição das áreas prioritárias para monitoramento.	DGMM/Censipam	M/M+1	
		2 - Definição e obtenção de imagens SAR e produção de dados e informações geoespaciais nas áreas a serem monitoradas.	DGMM/Censipam	M+1/M+2	
		3 - Reuniões técnicas para desenvolvimento conjunto de um sistema de alerta de embarcações não colaborativas nas áreas monitoradas.	DGMM/Censipam	M+2 a M+5	
		4 - Realização de testes e validação de campo.	DGMM/Censipam	A partir de M+6	
3	Deteção de manchas de óleo nas AJB	1 – Reunião técnica para definição das áreas prioritárias para monitoramento.	DGMM/Censipam	M+1/M+2	
		2 - Definição e obtenção de imagens SAR e produção de dados e informações geoespaciais nas áreas a serem monitoradas.	DGMM/Censipam	M+1/M+2	
		3 - Reuniões técnicas para desenvolvimento conjunto de um sistema de alerta de manchas de óleo nas áreas monitoradas.	DGMM/Censipam	M+2 a M+5	
		4 - Realização de testes e validação de campo.	DGMM/Censipam	A partir de M+6	








4	Modernização do Sistema Integrado de Radiogonometria (SIR) da MB e integração ao Sistema de Monitoramento HF/DF (High Frequency / Direction Finding) do Censipam	1 - Diagnóstico da situação atual das Estações do Sistema Integrado de Radiogonometria (SIR) da MB, com levantamento técnico das condições de funcionamento e necessidades de atualização.	DGMM/ComOpNav	M+1 a M+4	
		2 - Diagnóstico da situação atual das Estações do Sistema HF/DF do Censipam, com levantamento técnico das condições de funcionamento e necessidades de atualização.	Censipam	M+1 a M+4	
		3 - Definição de requisitos técnicos operacionais visando garantir que os sistemas da MB e do Censipam permaneçam interoperáveis.	ComOpNav/Censipam	M+5 a M+7	
		4 - Realização de manutenção corretiva e implantação de um sistema modernizado nas Estações Radiogoniométricas previamente definidas, que possibilite a interoperabilidade entre o SIR e o Sistema HF/DF.	DGMM/Censipam	M+7 a M+28	
		5 - Permanência da integração do SIR ao Sistema HF/DF.	DGMM/Censipam	A partir de M+28	
5	Intercâmbio de Geointeligência	1 - Reunião técnica para definição das áreas do conhecimento que serão objeto de intercâmbio.	Centro de Inteligência da Marinha (CIM)/Censipam	M/M+1	
		2 - Definição dos Órgãos do SIMAR que participarão do intercâmbio de	CIM/Censipam	M/M+1	



		geointeligência com o Censipam.			
		3 - Estabelecimento de protocolos para intercâmbio de conhecimentos de geointeligência entre o Censipam e a MB.	CIM/Censipam	M+2	
6	Internet satelital para os meios navais e de fuzileiros navais	1 - Reuniã otécnica para definição de requisitos para os equipamentos a serem utilizados nos meios navais e de fuzileiros navais.	DGMM/Comando do Material de Fuzileiros Navais (CMatFN)/ Censipam	M/M+1	
		2 - Reunião para definição de locais para instalação de equipamentos utilizando a tecnologia GESAC/VSAT Transportável.	DGMM/Censipam	M+1	
7	Capacitação de Recursos Humanos	1 - Reunião para construção de uma agenda de capacitação	CIM/Censipam	M	
		2 - Reunião para construção de uma agenda de palestras em Organizações Militares do Sistema de Ensino Naval indicadas pela MB	Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha (DGPM)/ Censipam	M+1/M+2	
		3 - Reunião para avaliação da viabilidade de emprego das capacidades de Sensoriamento Remoto e de Inteligência Geoespacial do Censipam, em apoio aos Jogos de Guerra nos Cursos de Estado-Maior da Escola de Guerra Naval e Sistema de Jogos Didáticos do Centro de Simulação do Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo	Escola de Guerra Naval (EGN)/ CIASC/ Censipam	M+1/M+2	

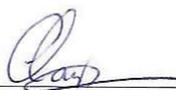


	(CIASC) em apoio os cursos de Oficiais e Praças do Corpo de Fuzileiros Navais (CFN)			
--	-------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

9. APROVAÇÃO DOS DIRIGENTES

Brasília, DF, 27 de novembro de 2020.


 RAFAEL PINTO COSTA
 Diretor-Geral do Censipam
 CPF: 920.322.490-49
 CI: 1059497535 SSP/RS


 CLÁUDIO PORTUGAL DE VIVEIROS
 Almirante de Esquadra
 Chefe do Estado-Maior da Armada
 CPF: 504.430.977-04
 CI: 297.799 MB/RJ

TESTEMUNHAS:


 RAIMUNDO LOPES CAMARGOS FILHO
 Capitão de Mar e Guerra (RM1-FN)
 Coordenador-Geral de Inteligência do Censipam


 ALEXANDRE RABELLO DE FARIA
 Vice-Almirante
 Diretor de Gestão de Programas da Marinha