



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2022

ALLAN SEIXAS **JÚLIO**, Cap Av

**O emprego do Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada HERON I RQ-1150
do 1º/7º GAV na ação de Patrulha Marítima utilizando o Radar de Abertura
Sintética SAR**

Rio de Janeiro
2022

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2022

ALLAN SEIXAS JÚLIO, Cap Av

O emprego do Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada HERON I RQ-1150 do 1º/7º GAV na Ação de Patrulha Marítima utilizando o Radar de Abertura Sintética SAR

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Emprego da Força Aérea
Orientador: Marcelo Viegas Neves, Ten Cel Esp Fot

Rio de Janeiro

2022

ALLAN SEIXAS **JÚLIO**, Cap Av

**O emprego do Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada HERON I RQ-1150
do 1º/7º GAV na Ação de Patrulha Marítima utilizando o Radar de Abertura
Sintética SAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica.

Aprovado por:

Marcelo **Viegas** Neves, Ten Cel Esp Fot
EAOAR

Alexandra Vidal Pedinotti Zuma, Maj Farm
EAOAR

Rio de Janeiro

2022

RESUMO

Em agosto de 2020, o 1º/7º GAV, Esquadrão cuja principal missão é a Patrulha Marítima, recebeu um desafio ao incorporar em sua frota o SARP HERON I RQ-1150. Com o propósito de engajá-lo em suas missões, melhorando a eficiência e elevando sua capacidade operacional, o presente ensaio defende que a implantação de um Radar SAR de Vigilância Marítima potencializará o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas HERON I RQ-1150, do 1º/7º GAV, na Ação de Patrulha Marítima. A defesa dessa tese baseia-se em dois argumentos. O primeiro é que a aquisição de um radar SAR compatível com sistemas de aeronaves remotamente pilotadas, viabiliza a detecção, localização e identificação de embarcações a longo alcance, aumentando a consciência situacional para a tomada de decisão além de manter-se fora da cobertura da artilharia antiaérea. O segundo argumento defende que esse tipo de radar possibilita a operação da ARP a qualquer hora do dia e independente da condição meteorológica, ampliando com isso a disponibilidade operacional em caso de acionamento de missão. Expostas as considerações e apresentados os ganhos operacionais dos argumentos apontados, observa-se que essas características irão proporcionar incremento do emprego da FAB disponibilizando um novo vetor na Ação de Patrulha Marítima. Outrossim, o maior uso e aplicação desse tipo de radar no SARP pode gerar no futuro uma maior demanda de aquisição do equipamento, servindo de fomento para a indústria nacional.

Palavras-chave: SARP. Patrulha Marítima. Radar SAR. Alcance. Meteorologia.

1 INTRODUÇÃO

O transporte marítimo brasileiro é responsável por mais de 95% das cargas exportadas e importadas pelo país, evidenciando a clara importância de conhecermos e vigiarmos nosso território marítimo. A Força Aérea Brasileira (FAB) exerce papel fundamental nessa tarefa, através dos seus três Esquadrões de Patrulha Marítima: o 1º/7º GAV, Esquadrão Orungan, o 2º/7º GAV, Esquadrão Phoenix e o 3º/7º GAV, Esquadrão Netuno. Em agosto de 2020, o 1º/7º GAV submeteu-se a um novo desafio ao receber para compor sua frota o moderno Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) HERON I RQ-1150.

De acordo com a ICA 100-40 (Aeronaves Não tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro) o SARP é um subconjunto do sistema de aeronave não tripulada, capaz de interagir com o Sistema de Controle de Tráfego Aéreo e outras aeronaves em tempo real, composto pela Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), sua(s) estação(ões) de pilotagem remota, o enlace de pilotagem e qualquer outro componente associado à sua operação (BRASIL,2020).

Uma das ações basilares dos Esquadrões de Patrulha Marítima previstas na DCA 1-1/2020, documento que rege a Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira, consiste em empregar meios aeroespaciais para detectar, localizar, identificar, acompanhar, limitar o movimento ou neutralizar embarcações oponentes (BRASIL,2020). Com sua constante evolução e busca pelo aprimoramento tecnológico, a FAB vem considerando a importância de aumentar o uso de novas tecnologias e a implantação de modernos sensores aeroembarcados, inevitavelmente surgindo com isso novas necessidades operacionais.

O SARP HERON I, fabricado pela empresa *Israel Industry Aerospace* (IAI), é utilizado por cerca de 20 países ao redor do mundo, com destaque para potências bélicas tais como Estados Unidos, Alemanha e Índia, que operam SARP deste tipo de categoria a fim de dinamizar as operações de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR). Todavia, o Sistema adquirido pela FAB inclui somente um sensor, o *Multi-mission Optronic Stabilized Payload* (MOSP), um equipamento óptico, que possibilita a obtenção de imagens para a identificação de alvos.

Considerando que em uma Ação de Patrulha Marítima integral existe a necessidade de detecção de um alvo para obtenção de informações, tais como posição, distância, intenção de movimento, e após isso proceder sua identificação, ao

se utilizar somente o MOSP, em missões dessa natureza, não é possível, a longo alcance, realizar todos esses procedimentos abrangendo uma grande área, principalmente no período noturno e em condições meteorológicas desfavoráveis.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como tese que a implantação de um Radar de Abertura Sintética (SAR) de Vigilância Marítima potencializará o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) HERON I RQ-1150, do 1º/7º GAV, na Ação de Patrulha Marítima. Desta forma, com o intuito de sustentar essa afirmação, argumenta-se que a aquisição de um radar SAR de vigilância marítima, compatível com sistemas de aeronaves remotamente pilotadas, irá proporcionar a detecção, localização e identificação de embarcações a longo alcance no Teatro de Operações Marítimas. Além disso, como segundo argumento, este tipo de radar tem a capacidade de operar também em períodos noturnos e até mesmo em condições meteorológicas adversas, sob coberturas de nuvens, o que irá aumentar sobremaneira a disponibilidade de utilização desse vetor.

2 DESENVOLVIMENTO

Atualmente, a FAB utiliza dois modelos de aeronaves para cumprir a Ação de Patrulha marítima: o P-3AM do Esquadrão Orungan e os P-95BM dos Esquadrões Phoenix e Netuno, ambos tripulados e dotados de sensores específicos para este tipo de missão. O 1º/7º GAV foi o primeiro Esquadrão de Patrulha Marítima a receber um SARP para compor sua frota, proporcionando discussões abrangentes acerca da utilização deste vetor na principal missão dessa aviação: a Ação de Patrulha Marítima. Um dos aspectos previstos no Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER) é aprimorar o conceito de operação para Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (BRASIL,2020). Com isso, serão analisadas características específicas da implantação deste sistema, levando em consideração o uso de novas tecnologias, tal como o radar de abertura sintética SAR como meio de vigilância marítima.

2.1 O Radar SAR como Meio Primário de Detecção Marítima

Conforme Kaipper (2019), a Aviação de Patrulha Marítima vem passando por diversas modernizações ao longo dos últimos dez anos. A aquisição da aeronave P-3AM, com seus diversos sensores embarcados, possibilitou a retomada das missões

Antissubmarino e incremento em missões de Patrulha. Além disso, houve a modernização dos P-95, tendo como destaque a implantação de um novo radar SAR multifunção com capacidade de detectar embarcações a 370 km de distância.

Por mais de meio século o radar vem sendo empregado em atividades de vigilância. A cada ano que passa, a capacidade operacional e o seu desempenho vem aumentando juntamente com os avanços tecnológicos. As necessidades, principalmente militares, de potencializar o emprego desse equipamento se mostram eficazes. Segundo Richards (2010) as funções fundamentais do radar SAR são detecção, rastreamento e obtenção de imagem, sendo que o uso dessa tecnologia proporciona um horizonte de longo alcance para os quais alvos são detectados a milhares de quilômetros de distância. O radar SAR trabalha de forma diferenciada quando comparada a radares mais simples, conforme explica o autor:

O radar SAR é um sistema que permite construir imagens de um determinado objeto ou porção de terreno. Isto é conseguido através de uma antena de dimensões reduzidas, em que se emite uma sequência de impulsos à medida que a plataforma viaja, (e estes são enviados de volta quando refletem nos objetos que se encontram no solo), permitindo assim construir uma imagem com elevada resolução. (CARONA, 2008, p.21, tradução nossa).

A partir dessa definição, observa-se que o radar SAR vai além da detecção de objetos, ele possibilita obter diversas informações, tais como posição, distância, intenção de movimento e formação de uma imagem, tornando possíveis a realização de missões a longo alcance do 1º/7º GAV na Ação de Patrulha Marítima, respondendo assim grandes questões para um cenário marítimo de esclarecimento tais como: se existe uma ameaça, qual o tipo de ameaça e em que posição atual ela se encontra.

Um dos grandes desafios em uma missão de Patrulha Marítima é fazer a varredura de determinada área classificando todas as embarcações nela presentes, aumentando assim a consciência situacional no Teatro de Operações Marítimo, construindo o cenário ideal de emprego em determinado alvo, seja para fazer um acompanhamento, ou até mesmo, determinar qual melhor técnica e tática para o uso de armamentos em caso de ofensivas a embarcações hostis.

A possibilidade de detectar um alvo com precisão há centenas de quilômetros de distância contribui, sobremaneira, à potencialização deste tipo de missão. Determinar todas as embarcações antes de adentrar a área de interesse, visualizando sua posição, distância em relação a aeronave, intenção de movimento, tamanho e até mesmo sua classificação, proporciona ganho operacional suficiente para um poder de

reação rápida e com a correta tomada de decisão, além claro, devido a distância, o ARP ficará fora dos alcances dos radares de artilharia antiaérea dificultando o sucesso de ofensiva por parte do inimigo.

2.2 Operação do Radar SAR sob Qualquer Tempo

A ocorrência do processo de mudança climática através das atividades humanas está provocando, cada vez mais, alterações na atmosfera (OLIVEIRA, 2010). Devido a ação de fenômenos climáticos, é importante destacar que o clima esteve, desde sempre, sujeito a alterações repentinas. Monitorar e operar em situações climáticas adversas vem se tornando uma tarefa cada vez mais difícil, e às vezes impossível. Para o sucesso de missões de Patrulha Marítima, é de extrema importância que sejam obtidas imagens imediatas e confiáveis independente do momento que houver o acionamento da missão, fornecendo o acesso a dados oportunos que serão convertidos em informações relevantes que fundamentam tomadas de decisões assertivas.

Radares SAR possuem características fundamentais em relação a outros tipos de sensores. Conforme descreve Ulaby (1982), este tipo de equipamento se difere em relação a forma como a radiação penetra na atmosfera, pois proporciona a obtenção de imagens sob condições de nuvens, chuvas fracas a moderadas, neblinas e até mesmo fumaça. Uma das explicações consiste na forma que a onda é radiada, pois devido a característica do seu comprimento, impedem que interajam com os níveis dos átomos ou moléculas presentes na atmosfera, diferentemente do sensor MOSP existente no SARP HERON I do 1º/7º GAV pois segundo o autor:

o uso de dados de sensoriamento remoto óptico para identificar embarcações é limitado por causa da impossibilidade de se adquirir imagens sob condições de cobertura de nuvens ou à noite. Como consequência, dados de radar de abertura sintética (SAR) têm sido amplamente utilizados para identificar navios. Além das já bem conhecidas vantagens de se utilizar dados provenientes de radares imageadores, isto é, a sua capacidade de imageamento independente das condições atmosféricas e de iluminação solar (GAMBA; SANO; ROCHA, 2011, p.12).

Dessa forma, o radar SAR se enquadra como uma poderosa ferramenta de sensoriamento remoto, com versatilidade de fornecimento de imagens tanto diurnas quanto noturnas, mesmo sob condições climáticas adversas. Além disso, a possibilidade de uso deste equipamento sob essas condições, possibilita alta

capacidade de emprego dos meios aéreos, diminuindo por exemplo o número de abortivas no solo, tornando-se uma ferramenta sem restrições de uso, potencializando o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas HERON I RQ-1150, do 1º/7º GAV, na Ação de Patrulha Marítima.

As características da tecnologia do radar SAR, com imagens de alta-resolução, não condicionadas pelas condições atmosféricas ou pelos ciclos dia/noite, levou a sua utilização no programa da *U.S. Air Force's Space Based Radar* (SBR). Este programa pretende providenciar uma cobertura mundial e constante de imagens SAR, para detecção de alvos em movimento na superfície terrestre ou marítima, sua identificação, geolocalização e acompanhamento, acrescido de informação geomorfológica da superfície, em alta resolução e transmiti-las para os utilizadores.

Uma das características do poder aeroespacial apontadas por Brasil (2020) versa sobre a sensibilidade às condições meteorológicas, relacionando nesse aspecto as influências das condições atmosféricas ou da falta de luz solar sobre as capacidades das aeronaves de cumprirem determinadas missões, ressaltando que sistemas e sensores que permitem operar em condições ambientais adversas diminuem a incerteza dos efeitos sob essas circunstâncias na realização das operações aéreas e espaciais.

Importante ressaltar que, as aeronaves de Patrulha Marítima da FAB já fazem uso deste tipo de radar, sendo utilizados o Radar *ELTA 2022* no P-3AM e o Radar *Seaspray 5000E* no P-95BM, ambos radares do tipo SAR capazes de realizar todas as tarefas previstas para o cumprimento total da missão, estando prontas para o acionamento, a qualquer momento do dia e noite, e independente da meteorologia. De forma análoga, o sistema de aeronave remotamente pilotada tem total capacidade de implementar um radar SAR em seu sistema, visto que, atualmente, já existem no mercado equipamentos com todos os requisitos necessários, tais como peso e tamanho compatíveis para cumprir de forma otimizada essa missão.

3 CONCLUSÃO

A complexidade em manter o mar territorial brasileiro em vigilância constante, apresenta para a FAB um grande desafio. Mesmo com aeronaves em operação para o cumprimento da Ação de Patrulha Marítima, deve-se considerar sempre o uso de novas tecnologias, principalmente as de tendência mundial. O sistema de aeronaves

remotamente pilotadas é uma realidade, conhecido por sua capacidade de horas de voo e baixos custos operacionais, o seu uso em conjunto com equipamentos tais como o radar SAR é motivo permanente de estudo, visto as múltiplas funções e informações que podem ser adquiridas através da sua aplicação.

Neste ensaio, foi defendido que a implantação de um Radar de Abertura Sintética (SAR) de Vigilância Marítima potencializará o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) HERON I RQ-1150, do 1º/7º GAV, na Ação de Patrulha Marítima, tendo em vista sua eficaz capacidade de detectar, localizar, identificar e produzir imagens de embarcações a longo alcance sendo empregado tanto de dia quanto à noite, mesmo em condições meteorológicas adversas.

Sob o aspecto do imageamento a longo alcance, confirma-se que a utilização deste tipo de radar é a realidade no cenário militar atual. Sua capacidade de possibilitar a análise do Teatro de Operações Marítimas muito antes das linhas de visadas inimigas, proporciona um aumento potencial na consciência situacional da área de interesse. Através dessas informações, amplifica-se o poder de tomada de decisão, tanto no emprego do ARP, quanto de outras aeronaves, definindo táticas e técnicas a serem empregadas.

Com a análise da capacidade de operar diuturnamente e sob condições meteorológicas adversas, a aplicação do radar SAR tem enorme ganho em relação a outros sensores imageadores, principalmente quando comparado ao óptico. Através do seu emprego, há a possibilidade de operação 24h por dia e independente da atividade climática, diminuindo assim as abortivas de voo, possibilitando uma maior prontidão operacional.

Por fim, o emprego do radar SAR no SARP propõe incremento do emprego da Força Aérea, firmando no Teatro de Operações Marítimas um novo vetor, doutrinariamente em crescimento na FAB e em uso por diversas potências mundiais, valendo destacar inclusive seu emprego em cenários de guerra. Além do mais, pode-se destacar que a implementação desse equipamento poderá fomentar a indústria nacional de tecnologia de radares SAR, visto a tendência crescente de demanda e a grande evolução no mercado de novas tecnologias.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria EMAER nº 1.225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira – Volume 1. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 205, p. 196-241, 12 nov. 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/pemaer.pdf>. Acesso em: 02 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria EMAER nº 1.225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira – Volume 2. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 205, p. 196-241, 12 nov. 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/pemaer.pdf>. Acesso em: 02 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria DECEA nº 112/DGCEA, de 22 de maio de 2020. Aprova a reedição da ICA 100-40 “Aeronaves não tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 095, 02 jun. 2020. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacoes-ica-100-40>. Acesso em: 15 out. 2022.

BUTLER, Amy. DOD sends SBR road map to Hill: 'RAPID-DEPLOY' SPACE-BASED RADAR COULD LAUNCH IN FISCAL YEAR 2006. **Inside the Air Force**, v. 13, n. 11, p. 1-12, 2002. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24789816> Acesso em: 10 out 2022.

CARONA, Duarte Miguel Fusco. **Vigilância da costa marítima utilizando radar de abertura sintética**. 2008. Tese de Doutorado. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/365> Acesso em: 20 set 2022.

EUA. Departamento de Defesa. **Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030**. Washington-DC, 2005. Disponível em: https://irp.fas.org/program/collect/uav_roadmap2005.pdf. Acesso em 15 out 2022.

GAMBA, Sérgio Roberto Horst; SANO, Edson Eyji; ROCHA, Marcelo Peres. Identificação de embarcações em imagens aerotransportadas de radar de abertura sintética (R-99 SAR) na área marítima do Brasil. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 17, p. 458-475, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1982-21702011000300008> Acesso em: 20 set 2022.

IAI. **TM_(BR)05-2_Flight Manual**. Israel, 2010.

KAIPPER, José Henrique. **A necessidade da aviação de patrulha para a manutenção da Defesa Nacional**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/handle/123456789/824> Acesso em: 29 set. 2022.

OLIVEIRA, Marcos José de. **Incertezas associadas à temperatura do ar no contexto das mudanças climáticas: determinação das causas e efeitos de heterogeneidades e discussão das implicações práticas**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-25042011-095947/en.php>
Acesso em: 15 out. 2022.

Richards M.A., Scheer J.A., Holm W.A. (Eds.) **Principles of Modern Radar: Volume I - Basic Principles**. 2010. Disponível em: <https://vdoc.pub/documents/principles-of-modern-radar-vol1-basic-principles-7akpiac61v90> Acesso em: 02 out. 2022.

ULABY, F. T.; MOORE, R. K.; FUNG, A. K. **Microwave remote sensing: Active and passive. Volume 2-Radar remote sensing and surface scattering and emission theory**. 1982. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19830032822>
Acesso em: 05 out. 2022.

U. S. NAVY. **NATOPS Flight Manual Navy Model P-3 A/B/C Aircraft**. EUA, 2015.