



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

CLAUDIO HENRIQUE **FALCÃO** DOS SANTOS, Cap Esp Fot

**A substituição dos sensores eletro-ópticos aeroembarcados por sistemas de última geração: O benefício e a redução de custos**

Rio de Janeiro

2021

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

CLAUDIO HENRIQUE **FALCÃO** DOS SANTOS, Cap Esp Fot

**A substituição dos sensores eletro-ópticos aeroembarcados por sistemas de última geração: O benefício e a redução de custos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação em Gestão Pública com ênfase em Projetos e Processos.

Linha de Pesquisa. Multidisciplinar

Orientador: Maj Int Bruno Bitencourt  
Carvalho de Oliveira

Rio de Janeiro

2021

CLAUDIO HENRIQUE **FALCÃO** DOS SANTOS, Cap Esp Fot

**A substituição dos sensores eletro-ópticos aeroembarcados por sistemas de última geração: O benefício e a redução de custos**

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

Aprovado por:

---

Alexandre **Fontoura** da Silva, Maj Inf  
EAOAR

---

Bruno **Bitencourt** Carvalho de Oliveira, Maj Int  
EAOAR

Rio de Janeiro

2021

## RESUMO

As imagens e o poder militar sempre estiveram interligados, sendo que após a Segunda Guerra as grandes forças militares iniciaram o desenvolvimento de novos sistemas de câmeras aerotransportadas que pudessem gerar imagens de alta definição, ou seja, equipamentos com a capacidade de coletar precisas informações de interesse para o suporte às diversas missões, de forma que suas tropas e equipamentos pudessem operar de forma rápida, melhor dimensionada e principalmente segura. Este ensaio aponta que a Força Aérea Brasileira (FAB) buscou seguir a mesma linha de pensamento tecnológico das grandes potências mundiais, investindo em equipamentos eletro-ópticos em suas aeronaves, porém o crescimento exponencial da tecnologia na última década acarretou que os sistemas utilizados pela FAB não mais atendem às necessidades exigidas em um combate moderno, afinal muitos equipamentos beiram a obsolescência. Igualmente, a mesma defasagem tecnológica afeta a doutrina de busca e salvamento na FAB, cujos equipamentos atualmente utilizados associados às técnicas empregadas não contribuem no sucesso das missões, pois são equipamentos ineficientes para os cenários de buscas, por conta dos distintos perfis terrestres e marítimos brasileiros. Por conseguinte, a substituição por equipamentos eletro-ópticos de última geração proporcionará, além do benefício da elevada qualidade das imagens produzidas em virtude da atualização tecnológica, a redução dos custos operacionais pela aplicação dos meios aéreos com rapidez e precisão, isto é, viabilizará uma melhoria significativa na complexa tarefa que é a redução de gastos públicos no planejamento de operações militares e na execução de missões de busca e salvamento.

**Palavras-chave:** Custo. Benefício. Tecnologia. Poder Militar. Sensores Eletro-ópticos.

## 1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Defesa (PND) tem por finalidade fixar os objetivos para a defesa da Nação, bem como orientar o preparo e o emprego da capacitação nacional em todos os níveis e esferas de poder (BRASIL, 2018). Guerra (2015) considera que historicamente o desenvolvimento tecnológico e poder militar influenciam ou impulsionam naturalmente um ao outro, ou seja, fundamental para atender os objetivos de defesa do País.

Para alcançar os objetivos fixados é importante relacionar as características dos meios aéreos com as atuais necessidades dos setores de inteligência de imagens da Força Aérea Brasileira (FAB), porém devido à defasagem tecnológica dos sensores eletro-ópticos aeroembarcados utilizados pelas aeronaves da Aviação de Patrulha e de Busca e Salvamento da FAB, são produzidas imagens com baixa qualidade, bem como há a gradativa redução na disponibilidade e gastos excessivos com manutenção, uma vez que são sensores fora de fabricação ou obsoletos.

Nesse contexto, saliento que as informações retiradas dessas imagens coletadas são essenciais na Inteligência Militar, pois da análise são produzidos importantes dados de interesse em um teatro de operações. Com isso, a substituição por novos sensores de última geração, além de reduzir os custos de manutenção e aumentar a disponibilidade dos meios, haverá também o aumento expressivo na qualidade das imagens, que, associada à interpretação das informações coletadas de interesse de inteligência, certamente acarretará na melhoria na tomada de decisão nas operações militares modernas.

*Pari passu*, essa velocidade vai ao encontro do MCA 64-3 (Manual de Coordenação de Busca e Salvamento Aeronáutico), ou seja, a rapidez é primordial em missões de busca e salvamento (BRASIL, 2019). Portanto, com os novos sensores haverá o benefício pela capacidade em localizar com precisão pequenos alvos com diferentes propriedades termais, para a localização de naufragos ou sobreviventes de acidentes aéreos, inclusive no período noturno, onde há a impossibilidade da busca tradicional pela limitação da capacidade do olho humano, proporcionando assim a redução do tempo na cobertura das amplas áreas de buscas e na redução dos custos operacionais.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 O benefício das imagens de alta qualidade no processo decisório**

A inteligência militar possui um papel essencial no processo de planejamento e de condução das operações (RUEDA, 2015), haja vista que as decisões tomadas em teatros de operações gradualmente estão ficando dependentes dos produtos de inteligência gerados através do uso de imagens de alta definição, obtidas de sensores aeroembarcados de última geração, que propiciam uma identificação precisa de alvos aéreos e terrestres de uma força inimiga ou um objetivo de interesse específico.

Para Proença Júnior (2011) a inovação tecnológica é vista como a chave para a vantagem no combate, pois considera a tecnologia como uma força determinante diante do poderio bélico, sendo a principal característica no posicionamento da tecnologia na guerra. Hoje, nota-se que as aeronaves da Aviação de Patrulha da FAB carecem de sensores eletro-ópticos que consigam cumprir as necessidades de uma força aérea perante um possível cenário de guerra marítima, ou seja, necessitam de equipamentos com a tecnologia necessária para produzir informações precisas e de qualidade, atualmente imprescindível em virtude da complexidade do processo decisório, contribuindo para o melhor emprego de meios em relação aos resultados ou efeitos desejados, de modo a evitar o uso de meios de alto valor estratégico em ações de pouca importância.

A FAB é responsável por controlar, defender e integrar uma área de 22 milhões de km<sup>2</sup> que compreende o território nacional e as áreas abrangidas pelos limites estabelecidos em acordos multilaterais firmados pelos Estados-membros da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI). Boa parte dessa área é extremamente diversificada. Há no país seis grandes biomas terrestres, que compreendem inúmeros ecossistemas caracterizados pela grande biodiversidade, todos conceitualmente definidos, mapeados e apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019).

Para manter a soberania do espaço aéreo na gigantesca área citada acima, somente será possível com o emprego de aeronaves equipadas com

sensores eletro-ópticos de última geração por possuírem a capacidade de coletar imagens de alta qualidade, servindo como material base na produção de informações precisas de inteligência de imagens, gerando cenários atualizados por meio da consolidação das informações coletadas com outras fontes de inteligência, beneficiando assim a tomada de decisões do Comando. A melhor consciência situacional, segundo Oliveira (2019), consiste na integração de diversas fontes, inclusive a de inteligência, de modo a permitir melhores condições ao processo decisório.

Pertinente à OACI e conforme definido no MCA 64-3, o Brasil é responsável por prestar os serviços de Busca e Salvamento sobre o oceano Atlântico, através do Sistema SAR (*Search and Rescue*) Aeronáutico brasileiro (SISSAR) (BRASIL, 2019). Ressalta-se que um oceano por ser um grande corpo de água pode apresentar-se com adversidades climáticas, como nevoeiros, vento, chuva e estado do mar elevado, reduzindo consideravelmente a identificação de vidas humanas em uma busca visual pelas aeronaves da Aviação de Busca e Salvamento (SAR) da FAB. Outro fator importante é o tempo de sobrevivência do ser humano no mar, pois o tempo de sobrevivência depende de fatores como: a temperatura da água, o tempo em contato direto, a composição física e procedimentos realizados na água. Estipula-se que a sobrevivência de um adulto, em comparação com as médias das temperaturas do oceano Atlântico, gira em torno de 3 a 12h. (DRAGAUD, 2014; SILVA, 2015).

Diante do exposto acima, é essencial o uso de novos equipamentos eletro-ópticos por possuírem as propriedades de imageamento termal, em virtude das limitações no emprego das aeronaves SAR em missões de buscas visuais diurnas e da inviabilidade no período noturno. Como a termografia é a técnica de detecção da radiação infravermelha que possibilita a medição das qualidades térmicas de objetos e vidas humanas, a torna ideal para a aplicação na superfície do oceano Atlântico que possui variações em valores próximos a 6°C e 18°C, inferiores à temperatura corporal, gerando imagens termais que seriam imperceptíveis na observação visual natural (CERDEIRA et al, 2011; DRAGAUD, 2014), ou seja, a termografia somada às qualidades das imagens de alta qualidade dos novos sensores eletro-ópticos trazem como resultado o benefício da possibilidade de identificação e resgate de vidas humanas em tempo hábil.

## 2.2 A redução dos custos operacionais e logísticos

Na atividade aérea, segundo Miguel (2009), a superioridade tecnológica está intrinsecamente associada aos custos de operação, manutenção e disponibilidade dos meios, dando origem à supremacia militar. Cabe destacar que os meios aéreos imageadores também são considerados como elementos de alto valor estratégico para a FAB, porém o emprego está limitado atualmente em quantidade numérica, justamente pela indisponibilidade logística e pelo alto custo de operação e manutenção. Com base no mencionado acima, é importante ressaltar o ganho na superioridade da FAB com o aumento da disponibilidade das aeronaves imageadoras estando equipadas com novos sensores eletro-ópticos de última geração, tendo em vista que, em comparação aos atuais sensores aerotransportados em uso, não haveria a limitação na disponibilidade com a suspensão no fornecimento de peças de reposição no curto prazo, o que ocasiona o aumento nos custos de manutenção, inviáveis ou até impossíveis, pela descontinuidade de produção ou comercialização dos componentes do produto (CORNETTA, 2016).

A disponibilidade de aeronaves imageadoras deve estar alinhada com o emprego rápido e seguro no Teatro de Operações. A condição segura está associada à capacidade de emprego dos meios aéreos em determinada zona de ação, desempenhando a aquisição de imagens de longo alcance, na situação de vigilância e reconhecimento aéreo, atendendo aos princípios da guerra (BUCHAUL, 2019), ou seja, somente os novos sensores possuem as capacidades e os requisitos para um emprego seguro e de longo alcance.

No tocante ao emprego de imagens, Rueda (2015) cita que:

[...] A forma mais eficiente de atender a essas particularidades é elaborar conhecimentos que tenham por suporte imagens das áreas de operações e de interesse da inteligência. [...] A rapidez da atualização dos conhecimentos permite a identificação de padrões de eventos ou a detecção da movimentação de tropas ou de forças oponentes, reduzindo a possibilidade de nossas forças serem surpreendidas. (RUEDA, 2015, p. 27).

Reafirma-se, então, que os principais produtos de interesse do setor de inteligência para assessoria no processo decisório estão associados à velocidade na produção de informação e à qualidade tecnológica das imagens. Logo, há a inegável importância na substituição dos sensores eletro-ópticos aeroembarcados por sistemas de última geração nas aeronaves da Aviação de Patrulha da FAB, pois a ausência da informação de inteligência de imagens por conta da indisponibilidade logística ou pela baixa qualidade do material coletado dos atuais sensores utilizados, certamente acarretará em grandes prejuízos com a probabilidade de perda de embarcações, equipamentos e de tropas em um cenário de guerra marítima, por exemplo.

No tocante à Aviação de Busca e Salvamento da FAB, haverá a redução de custos com o emprego das aeronaves com sensores eletro-ópticos de última geração, uma vez que, somado às técnicas de buscas, proporcionará a redução do tempo na cobertura das extensas áreas independentemente dos biomas, graças à capacidade da rápida distinção de objetos com pequenas variações de temperatura. Ressalta-se que os sensores aerotransportados atualmente utilizados pela FAB são limitados quanto a essa capacidade, ou seja, ineficazes na localização de sobreviventes de acidentes aéreos, principalmente em áreas de vegetação densa cujos fatores como distância e ambiente de fundo prejudicam a percepção visual (SILVA; ALMEIDA; DAMIÃO, 2020).

Somado a isso, ao analisarmos algumas atividades de um oficial coordenador em uma missão de buscas (Coordenador SAR), observam-se as responsabilidades da disposição e organização dos recursos SAR e da provisão de apoio legal e financeiro (BRASIL, 2019). Por sua vez, o oficial responsável, apesar de ter à sua disposição todos os meios possíveis, certamente irá esbarrar nas atuais restrições dos recursos alocados, seja pela limitação de horas de voo ou até mesmo a indisponibilidade dos atuais sensores das aeronaves.

Com isso, a qualidade das imagens obtidas dos sensores eletro-ópticos de última geração, bem como a disponibilidade já citada, privilegia o Coordenador SAR na tomada de decisões, permitindo a solução rápida, eficaz e certamente acarretando na redução dos custos operacionais das aeronaves do sistema de Busca e Salvamento da FAB.

### 3 CONCLUSÃO

Em vista dos argumentos apresentados, a substituição dos sensores eletro-ópticos aeroembarcados por sistemas de última geração nas aeronaves da FAB seguramente propiciará o benefício pelo aumento na operacionalidade e disponibilidade, bem como na redução dos gastos públicos, com foco na Aviação de Patrulha e de Busca e Salvamento.

Para isso, primeiramente o ensaio destacou o ganho operacional com a identificação rápida e precisa dos alvos aéreos e terrestres, na assessoria de inteligência no processo decisório em teatros de operações militares com cenários complexos. Também foi evidenciada a superioridade devido ao aumento na capacidade de emprego nos amplos cenários de buscas terrestres e marítimas em comparação às limitações das buscas visuais e aos atuais equipamentos eletro-ópticos utilizados pela FAB, ou seja, garantirá um melhor resultado para o Coordenador SAR pelo substancial aumento na capacidade de identificação por náufragos ou sobreviventes de acidentes aéreos em distintas áreas de vegetação.

Em um segundo momento foi exposto que os meios aéreos são peças essenciais, porém estratégicas, assim como as atuais limitações devido a pouca disponibilidade de emprego na FAB, pela escassez de suprimentos e pelo alto custo de manutenção. Logo as aplicações dos novos sistemas aeroembarcados, além de proporcionar o cumprimento da missão de forma segura e rápida, garantirá a redução dos custos de operação, logística e manutenção.

Portanto, ao defender a sua tese, este autor afirma que os grandes benefícios com a substituição dos sensores eletro-ópticos das aeronaves empregadas na Aviação de Patrulha e de Busca e Salvamento da FAB impactarão positivamente os custos para atender ao planejamento e gestão dos recursos orçamentários destinados ao Comando da Aeronáutica e o ganho operacional para que a Força Aérea Brasileira possa se fazer presente, moderna, dotada de meios adequados e com capacidades que superem os desafios do Século XXI, na garantia da soberania e da lei e da ordem, ou seja, atuando de forma integrada na defesa dos interesses nacionais e conferindo a segurança da sociedade brasileira e a certeza do resgate em situações perigo na terra ou no mar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 98/DGCEA, de 26 de julho de 2019. Aprova a reedição do Manual que disciplina as atividades de Busca e Salvamento aeronáuticas brasileiras (MCA 64-3). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 144, f. 10838, 15 ago. 2019.

BRASIL. Decreto Legislativo nº 179, de 14 de dezembro de 2018. Aprova a Política Nacional de Defesa, a Estratégia Nacional de Defesa e o Livro Branco de Defesa Nacional, encaminhados ao Congresso Nacional pela Mensagem (CN) nº 2 de 2017 (Mensagem nº 616, de 18 de novembro de 2016, na origem). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2018.

BUCHAUL, A. E. Apoio de fogo de aviação em proveito das tropas blindadas e mecanizadas: uma nova tarefa da aviação do exército. **AvEx - Asas da Força Terrestre em Revista**, n.1, p. 30-31, mai./jun.2020.

CERDEIRA, Fernando et al. Applicability of infrared thermography to the study of the behaviour of stone panels as building envelopes. **Energy And Buildings**, v. 43, n. 8, p.1845-1851, Ago. 2011.

CORNETTA, W. **A obsolescência como artifício usada pelo fornecedor para induzir o consumidor a realizar compras repetitivas de produtos e a fragilidade do CDC para combater esta prática**. 2016. Tese (Doutorado em Direito) – Pontífice Universidade Católica, São Paulo, SP, 2016.

DRAGAUD, I. C. D. V. **A Influência da Temperatura da Superfície do Mar na Simulação Computacional da Circulação Atmosférica na Região Costeira do Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, RJ, 2014.

GUERRA, W. B. A influência dos avanços tecnológicos no poder naval brasileiro no século XXI. **Revista da Escola Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 283 – 298, jan./jun. 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil - 1:250 000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomass.html?t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 10 de out. 2020.

MIGUEL, N. G. “Sistema de sistemas”: o triunfo da tecnologia?. **Revista Nação e Defesa**, n. 122 – 4ª Série, p 203-217, set./dez. 2009.

OLIVEIRA, A. R. **A liderança militar aplicada no processo decisório do Exército Brasileiro nos Grandes Comandos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Curso de Comando e Estado-Maior (ECEME): Rio de Janeiro, RJ, 2019.

PROENÇA JÚNIOR, D. Promessa tecnológica e vantagem combatente. **Revista Brasileira De Política Internacional**, vol.54, n.2, p.173-188, 2011.

RUEDA, W. W. A. Emprego da inteligência militar nas operações de nível tático. **Doutrina Militar Terrestre em Revista**, v.3, n.8, p. 20-29, jul. 2015.

SILVA, I. C. C. **Técnicas básicas de sobrevivência no mar e seus principais equipamentos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Náuticas) - Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA): Rio de Janeiro, RJ, 2015.

SILVA, R. E. DA; ALMEIDA, R. C. F DE.; DAMIÃO, A. J. Avaliação de um sistema FLIR em função da distância. **Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa**, n. 21, p. 66-71, jun. 2020.