



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
DIVISÃO DE ENSINO  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3º/2024

**ADÔNIS VIRGÍLIO TEIXEIRA PINTO, Cap Av**

**Implantação da comunicação por satélite nas aeronaves E-99M: a utilização do SGDC  
como ferramenta no processo de tomada de decisão**

Rio de Janeiro

2024

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
DIVISÃO DE ENSINO  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3º/2024

**ADÔNIS VIRGÍLIO TEIXEIRA PINTO**, Cap Av

**Implantação da comunicação por satélite nas aeronaves E-99M:** a utilização do SGDC  
como ferramenta no processo de tomada de decisão

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Escola 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: Pedro Nolasco Duarte, Maj Av

Rio de Janeiro

2024

**ADÔNIS VIRGÍLIO TEIXEIRA PINTO, Cap Av**

**Implantação da comunicação por satélite nas aeronaves E-99M: a utilização do SGDC  
como ferramenta no processo de tomada de decisão**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Escola  
de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

---

Presidente, Pedro Nolasco Duarte, Maj Av - EAOAR

---

Patrícia Fernanda Barros Pereira Dias, Cap Dent - EAOAR

Rio de Janeiro

2024

## RESUMO

A comunicação eficaz em um Teatro de Operações (TO) é requisito para a construção da consciência situacional sólida nos comandos superiores e a viabilização da tomada de decisão correta. As aeronaves E-99M, capazes de complementar a vigilância radar, necessitam tramitar continuamente as informações do espaço aéreo. Entretanto, a distância entre o Comando de Operações Aeroespaciais e o E-99M pode impedir a comunicação contínua, direta e segura, exigindo a adoção de interlocutores intermediários, que comprometem a agilidade e precisão da troca de informações. Diante disso, este trabalho defende que a implantação da comunicação por satélite no E-99M, através do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), auxilia na tomada de decisão ao elevar a consciência situacional do TO. O alcance global da comunicação satelital permite a comunicação ininterrupta entre as aeronaves e os decisores, provendo dados da vigilância radar, mesmo quando operando em regiões de fronteira. Ademais, os recursos de segurança do SGDC permitem a comunicação criptografada e garantem que o gerenciamento, monitoramento e controle do satélite estejam totalmente sob domínio nacional. Assim, a implantação da tecnologia satelital no E-99M cria oportunidade de avanços em diferentes projetos da Força Aérea na transmissão de vídeo em tempo real em aeronaves como o R-99, KC-390 e F-39. Além disso, a exploração do domínio espacial em ações de Controle e Alarme em Voo (CAV) com um satélite nacional eleva a projeção do Poder Nacional nas expressões Militar e Científica e Tecnológica, ao empregar tecnologias utilizadas pelas forças aéreas mais modernas do mundo.

**Palavras-chave:** satélites; E-99M; SGDC; tomada de decisão.

## 1 INTRODUÇÃO

A Força Aérea Brasileira (FAB) é uma das forças aéreas do mundo capaz de executar a Ação de Força Aérea de Controle e Alarme em Voo (CAV). Na FAB, essa ação é desempenhada pelas aeronaves E-99M como meio de vigilância do espaço aéreo, provendo alarmes antecipados em casos de incursões inimigas ou hostis no território nacional.

Essa ação confere ao E-99M um valor estratégico na Força, ao fornecer informações críticas de vigilância do espaço aéreo às autoridades nos comandos superiores, de modo que tais informações devem ser transmitidas de forma clara, segura e eficiente para um incremento da consciência situacional do Teatro de Operações (TO).

As ações de CAV ocorrem primordialmente nas regiões de fronteira do país, como ocorreu nas Operações Óstium, Escudo Yanomami, Ágata, Catrimani, dentre outras. Entretanto, a distância entre essas regiões e Brasília inviabiliza a comunicação direta com o Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE), onde estão as autoridades responsáveis pela tomada de decisões críticas nas operações.

As dificuldades de comunicação nas regiões de fronteira decorrem do alcance limitado da comunicação rádio convencional nas faixas de frequência de V/UHF (*Very High Frequency* e *Ultra High Frequency*). Por outro lado, as comunicações via satélite proporcionam alcance global e conseqüentemente propiciam celeridade, precisão e segurança na troca de informações, independentemente da porção do território brasileiro em que a aeronave se encontra.

Neste contexto, o Ministério da Defesa dispõe do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), projeto idealizado a fim de prover soberania nas comunicações do governo brasileiro em todo o território nacional para aplicações civis e militares.

Portanto, como forma de preencher essa lacuna decorrente do alcance limitado das comunicações rádio convencionais, este trabalho defende que a implantação da comunicação por satélite nas aeronaves E-99M, por meio do SGDC, eleva a consciência situacional no processo de tomada de decisões.

Assim, essa pesquisa argumenta a favor da utilização do SGDC na comunicação das aeronaves E-99M, viabilizando a continuidade no trâmite de informações, sem elos intermediários, independentemente da distância em relação ao comando superior.

Além disso, outro fator a ser considerado é a segurança das informações, tendo em vista que os recursos de segurança do SGDC provêm comunicação segura, com tecnologia

criptográfica totalmente controlada pelo Brasil e com cobertura contínua e constante em todo o território nacional.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

A capacidade do poder aeroespacial de prover consciência situacional aos comandos superiores no processo de tomada de decisão em um TO é conhecida desde as primeiras ações de aeronaves em combate. Nessas aplicações iniciais do poder aeroespacial, as aeronaves eram empregadas em reconhecimento exclusivamente visuais e, ao longo do desenvolvimento de novas tecnologias e capacidades, sistemas como radares aeroembarcados e satélites foram integrados às ações de reconhecimento e cada vez mais têm sido empregados na obtenção e difusão de informação (Rosa, 2014).

Consonante com a importância crescente do domínio das informações obtidas no TO, a Doutrina Básica da FAB estabelece que “[...] com o advento da utilização do domínio espacial (satélites), deve ser considerado o seu emprego em proveito da transmissão das comunicações em grande escala, em virtude das dimensões continentais do Brasil” (Brasil, 2020a, p. 22).

Esse cenário de utilização do domínio espacial já vem sendo explorado pelo Ministério da Defesa com a operação do SGDC tanto em aplicações civis, com a capacidade de prover acesso à internet em 100% do território nacional, como também em operações militares conjuntas e interagências, inclusive nas regiões de fronteiras (Brasil, 2020b). Destaca-se, ainda, sua aplicabilidade na área de defesa ao prover comunicação criptografada com tecnologia totalmente controlada pelo Brasil (Demensis, 2018).

Nesse contexto, o emprego das aeronaves E-99M nas ações de Controle e Alarme em Voo, utilizando a capacidade de comunicações em grande escala advinda dos satélites e, especificamente do SGDC, apresenta-se como uma oportunidade a ser explorada.

### **2.1 COMUNICAÇÃO CONTÍNUA ENTRE AERONAVE E COMAE**

De acordo com McNeilly (2002), há três passos básicos para uma tomada de decisão estratégica: obter a informação correta, tomar a decisão e implementá-la. Além disso, o autor adiciona que ela deve ser obtida e transmitida de forma rápida aos tomadores de decisão.

Os três passos descritos, quando analisados sob a ótica do poder aéreo, são essenciais para manter uma consciência situacional sólida que, conforme Rosa (2014, p. 374), é definida como “[...] a função do poder aéreo expressa pela capacidade de, constantemente, monitorar a

situação amiga e inimiga em uma determinada área de operações”.

Sob essa perspectiva, a ação de CAV é um instrumento na obtenção de informação, elevação da consciência situacional e, desta forma, na tomada de decisão, pois segundo a Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira, ela:

[...] consiste em empregar Meios Aeroespaciais para controlar aeronaves amigas e para **detectar, identificar e proporcionar alarme antecipado** de incursões aéreas oponentes. Constitui também um **complemento fundamental** a qualquer **sistema de detecção e comunicações** baseado em estações terrestres, servindo não só para compensar falhas na sua cobertura radar, como também para **melhorar a detecção** de vetores aéreos voando à baixa altura (Brasil, 2020a, p. 29, grifo nosso).

Pela sua definição, nota-se que as aeronaves E-99M, sendo as únicas na FAB a cumprirem essa ação estratégica, necessitam de equipamentos que assegurem comunicação ininterrupta com os órgãos superiores para que as informações sejam recebidas com integridade e, em momento oportuno, contribuam com a consciência situacional do comando superior.

Dada a necessidade de interação irrestrita entre E-99M e COMAE, e considerando as dimensões territoriais do Brasil, a comunicação via satélite viabiliza um elo de comunicação contínuo em toda a extensão do território nacional, tendo em vista que a tecnologia satelital proporciona longo alcance, devido à sua grande área de cobertura. Ademais, essa tecnologia oferece vantagens como segurança e confiabilidade, grande largura de banda disponível, elevada qualidade de transmissão, alta disponibilidade, superação de obstáculos naturais, dentre outros (Sbizera, 2003).

Uma vez que as capacidades advindas da comunicação por satélite têm o potencial de otimizar o fluxo de informações nas ações de CAV no processo de tomada de decisão, as potencialidades decorrentes da operação do SGDC podem ser exploradas no intuito de garantir comunicação contínua em todo território nacional, por intermédio de um satélite que provê cobertura de todo o Brasil e seu entorno estratégico, além de estar sob gerenciamento e monitoramento exclusivamente nacional (Demenicis, 2018).

Logo, a utilização do SGDC viabiliza um elo de comunicação direto e contínuo entre as aeronaves E-99M e o alto escalão das operações em qualquer posição do território nacional. Desta forma, os dados atualizados obtidos através da vigilância radar e dos sensores aeroembarcados podem ser enviados diretamente e com agilidade, sem a necessidade de interlocutores intermediários antes de chegar ao COMAE. Assim, contribui-se para a elevação da consciência situacional dos órgãos superiores, proporcionando decisões operacionais bem fundamentadas.

## 2.2 SEGURANÇA DAS INFORMAÇÕES

A relevância da consciência situacional do TO cresce consideravelmente à medida em que a necessidade de atualização do cenário é imperativa e as fontes de informação têm sido cada vez mais diversificadas. Essa demanda crescente por informação resultou em estudos que conceituam uma “guerra da informação” (Rosa, 2014).

Essa guerra culmina em esforços para o controle do espaço de batalha da informação, de modo a obtê-la, utilizá-la e protegê-la para se obter uma “vantagem de informação” (McKittrick *et al.*, 1998). Nesse sentido, a Marinha dos Estados Unidos trabalha o conceito de “dominação da informação” e a define como:

[...] a vantagem operacional obtida pela plena integração das funções, capacidades e recursos de informação para **otimizar a tomada de decisões** e maximizar os efeitos no combate [...] a informação pode ser uma fonte de poder, porém também pode ser uma **fraqueza incapacitante se não for protegida** (Estados Unidos, 2012, p. 3, grifo nosso, tradução nossa).

Logo, as comunicações realizadas entre a aeronave E-99M e o COMAE devem ser protegidas de agentes externos, tendo em vista a criticidade dos dados que são transmitidos acerca da vigilância do espaço aéreo e das decisões concernentes à defesa aérea que são tomadas pelas autoridades.

Diante disso, a comunicação via satélite se apresenta como instrumento na salvaguarda das informações, já que não só provém uma ampla área de cobertura, como também é caracterizada por uma alta taxa de fidelidade nos serviços (Erdogan *et al.*, 2021). Além das vantagens inerentes aos sistemas satelitais, o fato do Ministério da Defesa dispor do SGDC possibilita a comunicação criptografada com tecnologia totalmente controlada pelo Brasil (Brasil, 2017; Demenicis, 2018).

Somando-se à criptografia, todo o controle, gerenciamento e monitoramento do SGDC são feitos no Brasil pelo Centro de Operações Espaciais Principal (COPE-P) e secundariamente, em caso de algum tipo de falha ou indisponibilidade do COPE-P, pelo Centro de Operações Espaciais Secundário (COPE-S), ou seja, todos os processos que envolvem a coordenação do satélite ficam sob a autoridade brasileira (Demenicis, 2018). Portanto, a exclusividade nacional na atuação do SGDC como um todo confere salvaguarda às informações nas operações em que o E-99M estaria engajado, já que não há agentes externos envolvidos.

Como complemento, os recursos tecnológicos do SGDC permitem a utilização de meios de contramedida a interferências eletrônicas, como técnicas de salto de frequência e espalhamento espectral, que dificultam a detecção e interceptação de dados e, quando aliados à

criptografia, impedem a interpretação das informações veiculadas pelo satélite, proporcionando resistência a interferências externas de interrupção ou degradação do fluxo de informações (Azevedo, 2021).

Assim, observa-se que as características inerentes à comunicação satelital, aliadas às medidas de salvaguarda dos dados disponíveis no SGDC, viabilizam uma comunicação segura entre E-99M e o COMAE. Conseqüentemente, por meio dessas capacidades, pode-se evitar a degradação da consciência situacional das autoridades que determinam o curso das operações.

### **3 CONCLUSÃO**

As aeronaves E-99M, responsáveis por executar as ações de CAV na FAB, atuam como meio complementar de vigilância do espaço aéreo e fornecem dados relevantes para a manutenção da consciência situacional em um TO. A operação dessa aeronave destaca-se por sua atuação em diferentes porções do território nacional, com ênfase nas regiões fronteiriças.

Entretanto, as operações em regiões de fronteira impossibilitam a comunicação direta, contínua e segura entre a aeronave e os tomadores de decisão no COMAE, em Brasília, devido à limitação de alcance e à vulnerabilidade das comunicações rádio convencionais, fazendo-se necessária a utilização de meios alternativos de maior alcance.

Em consonância com a doutrina de exploração do domínio espacial, a implantação da tecnologia satelital no trâmite de informações do E-99M amplia o alcance das comunicações e apresenta outras vantagens como confiabilidade e disponibilidade no trâmite de dados. Diante disso, a utilização do SGDC na operação do E-99M forneceria cobertura sobre todo o território nacional e seu entorno estratégico, viabilizando comunicação direta, irrestrita e célere entre aeronave e comando superior sem a necessidade de interlocutores intermediários.

Além de assegurar a continuidade das comunicações entre os decisores estratégicos e a aeronave, é necessário proteger os dados tramitados contra agentes externos que visam captá-los ou impedir sua recepção. Deste modo, a criptografia e os demais recursos de segurança do SGDC garantem a salvaguarda das comunicações e reduzem as vulnerabilidades em um cenário em que o domínio da informação é necessário para a manutenção da consciência situacional e para a robustez do processo de tomada de decisões.

Com isto, este trabalho evidenciou que a implantação da comunicação por satélite nas aeronaves E-99M, por intermédio do SGDC, contribui para a elevação da consciência situacional necessária no processo de tomada de decisão.

Por fim, a utilização da tecnologia satelital poderia ser ampliada para outros projetos da FAB, como por exemplo as aeronaves R-99, KC-390 e F-39 que, através de seus sensores ópticos, têm a capacidade de elevar a consciência situacional dos comandos superiores a partir da transmissão de vídeo em tempo real de imagens captadas no TO. Ademais, a exploração das capacidades do SGDC nas operações da aeronave E-99M contribui com a projeção do Poder Nacional nas expressões Científica e Tecnológica e Militar, tanto pela exploração do domínio espacial com um satélite nacional, como também por utilizar uma tecnologia empregada nas aeronaves de CAV das forças aéreas mais modernas do mundo.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, F. A. P. **Ampliação das capacidades das comunicações militares por satélite da FAB através do emprego do SGDC em suas operações e exercícios militares**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: [https://redebia.direns.fab.mil.br/asp/download.asp?codigo=13823&tipo\\_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=82836&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0](https://redebia.direns.fab.mil.br/asp/download.asp?codigo=13823&tipo_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=82836&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0). Acesso em: 03 out. 2024.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Assessoria de Comunicação Social**. Projetos Estratégicos. Brasília, 2020. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/industria-de-defesa/copy\\_of\\_cartilha\\_projetosestrategicos\\_pt\\_final\\_site.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/industria-de-defesa/copy_of_cartilha_projetosestrategicos_pt_final_site.pdf). Acesso em: 03 out. 2024.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria EMAER nº 1.225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a edição da DCA 1-1 “Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira - Volume 2”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 205, p. 6, 12 nov. 2020. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/Busca/Download?codigoArquivo=6535&tipoMidia=0>. Acesso em: 22 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Assessoria de Comunicação Social**. SGDC realiza sua primeira comunicação criptografada. 05 jul. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/ultimas-noticias/sgdc-realiza-sua-primeira-comunicacao-criptografada>. Acesso em: 21 set. 2024.
- DEMENICIS, L. S. **Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC): Uma Análise das Contribuições para a Defesa Nacional**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/2895/1/MO%205896%20-%20LUCIENE.pdf>. Acesso em: 27 set. 2024.
- ERDOGAN, E. *et al.* Site Diversity in Downlink Optical Satellite Networks Through Ground Station Selection. **IEEE Access**, [S. l.], v. 9, p. 31179-31190, 2021. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9354784>. Acesso em: 28 set. 2024.

ESTADOS UNIDOS. **Department of the Navy**. Navy Strategy for Achieving Information Dominance. Washington, DC, 2012. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA571217>. Acesso em: 27 set. 2024.

MCKITRICK, J. *et al.* The revolution in military affairs. In: SCHNEIDER, B.R.; GRINTER L. E. (Ed.). **Battlefield of the future: 21st Century warfare issues**. Alabama: Air University Press, 1998. p. 65-102. Disponível em: [https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/AUPress/Books/B\\_0064\\_SCHNEIDER\\_GRINTER\\_BATTLEFIELD\\_FUTURE.pdf](https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/AUPress/Books/B_0064_SCHNEIDER_GRINTER_BATTLEFIELD_FUTURE.pdf). Acesso em: 28 set. 2024.

MCNEILLY, M. Gathering information for strategic decisions routinely. **Strategy & Leadership**, [S. l.], v. 30, n. 5, p. 29-34, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/10878570210442533>. Acesso em: 27 set. 2024.

ROSA, C. E. V. **Poder Aéreo: guia de estudos**. Rio de Janeiro: Luzes, 2014.

SBIZERA, D. O. **Um sistema de comunicação para transmissão de dados a longa distância em aeronaves do Projeto ARARA**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-20122017-083316/publico/DanieladeOliveiraSbizera.pdf>. Acesso em: 27 set. 2024.