



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

FERNANDO ANTONIO PAIVA DE **AZEVEDO**, Cap Eng

**Ampliação da capacidade das comunicações militares por satélite da FAB
através do emprego do SGDC em suas Operações e Exercícios Militares**

Rio de Janeiro

2021

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

FERNANDO ANTONIO PAIVA DE **AZEVEDO**, Cap Eng

**Ampliação da capacidades da comunicações militares por satélite da FAB
através do emprego do SGDC em suas Operações e Exercícios Militares**

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. Emprego da Força Aérea.

Orientador: Bruno **Bitencourt** Carvalho de Oliveira, Maj Int.

Rio de Janeiro
2021

FERNANDO ANTONIO PAIVA DE **AZEVEDO**, Cap Eng

**Ampliação da capacidade das comunicações militares por satélite da FAB
através do emprego do SGDC em suas Operações e Exercícios Militares**

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 demandas de comunicações por satélite das Operações e Exercícios Militares da Força Aérea Brasileira (FAB) são atendidas por uma única rede satelital através da banda C do satélite C3, contratado de uma empresa com capital estrangeiro. Concentrar toda a capacidade de suas comunicações por satélite para emprego militar em um satélite sujeito ao capital estrangeiro e que opera na faixa de frequências da banda C, acarreta limitações quanto a garantia da continuidade da operação satelital, segurança do fluxo de dados, área de cobertura, capacidade de tráfego de dados, mobilidade e susceptibilidade a interferências externas. Para sanar essas limitações, o ensaio defende o emprego do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) como recurso satelital primário para as Operações e Exercícios Militares da FAB, ficando a infraestrutura satelital da banda C como meio secundário e complementar ao SGDC. A tese fundamenta-se pelo domínio governamental sobre o controle, gerenciamento e monitoramento do satélite e a consequente garantia a continuidade de sua operação e a segurança do fluxo de dados. A tese também encontra respaldo nas características operacionais do SGDC, que proporcionam maior cobertura, maior capacidade de tráfego de dados, maior mobilidade, maior pronta resposta e menor susceptibilidade a interferências externas do que o satélite contratado. O benefício direto para a FAB é a ampliação da capacidade de suas comunicações militares satelitais, com consequente incremento em sua capacidade de emprego. Haverá também benefício ao MD e sociedade por contarem com uma FAB melhor capacitada para o cumprimento de sua Missão.

Palavras-chave: SGDC. Banda X. Comunicações por satélite. Comunicações Militares.

1 INTRODUÇÃO

As Operações e Exercícios Militares da Força Aérea Brasileira (FAB) demandam recursos de comunicações, informações e sistemas para a execução do ciclo de Comando e Controle (C²), e emprego do Poder Aeroespacial. Em cenários de emprego nos quais não há infraestrutura local de comunicações ou essa é insuficiente, só é possível disponibilizar esses recursos com eficiência e eficácia através de enlaces por satélite. Para atender a essa demanda, a FAB utiliza uma rede satelital própria, que também suporta o Controle de Tráfego Aéreo Integrado e as Comunicações Aeronáuticas, através da banda C do satélite C3, contratado da empresa Embratel Star One, subsidiária da Claro S.A. e pertencente ao grupo mexicano América Móvil.

Concentrar toda a capacidade de suas comunicações satelitais para emprego militar no satélite C3, contratado de uma empresa com capital estrangeiro e que opera na faixa de frequências da banda C, acarreta limitações quanto a garantia da continuidade da operação satelital, garantia da segurança do fluxo de dados, área de cobertura, capacidade de tráfego de dados, mobilidade, pronta resposta e susceptibilidade a interferências externas.

Para sanar as limitações identificadas, o ensaio defende o emprego do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) como recurso satelital primário para as Operações e Exercícios Militares da FAB, ficando a infraestrutura satelital da banda C como meio secundário e complementar ao satélite de defesa.

A tese fundamenta-se pelo fato do Estado Brasileiro, através do Ministério da Defesa (MD), deter o domínio sobre o controle, gerenciamento e monitoramento do SGDC, o que assegura a continuidade de sua operação, independentemente do contexto político e econômico, e a segurança do fluxo de dados.

A tese também encontra respaldo nas características operacionais do satélite do que proporcionam maior área de cobertura com três categorias, maior capacidade de tráfego de dados, maior mobilidade através do emprego de terminais transportáveis com antenas de diâmetro reduzido, maior pronta resposta e menor susceptibilidade a interferências externas do que a infraestrutura satelital contratada na banda C.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Domínio sobre o controle, gerenciamento e operação do satélite

O SGDC, lançado em maio de 2017, é o primeiro satélite geoestacionário brasileiro e possui emprego dualizado, atendendo ao Ministério da Defesa (MD) na faixa de frequências da banda X através do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) e ao Ministério das Comunicações (MC) na faixa de frequências da banda Ka através do Plano Nacional de Banda Larga (PNBL).

Todo controle, gerenciamento e monitoramento do SGDC são feitos no Brasil por brasileiros, a partir de dois Centros de Controle, um localizado em Brasília, denominado Centro de Operações Espaciais Principal (COPE-P), Organização Militar da FAB, e o outro localizado no Rio de Janeiro, denominado Centro de Operações Espaciais Secundário (COPE-S), Organização Militar da Marinha do Brasil (MB), e capaz de assumir todo controle, gerenciamento e monitoramento do satélite em caso de falha ou ataque ao COPE-P. Deter o domínio sobre o controle, gerenciamento e monitoramento do satélite assegura a continuidade de sua operação e a segurança do fluxo de dados independentemente de interesses políticos ou econômicos (DEMENICIS, 2018).

Todos os comandos entre os Centros de Controle e o SGDC são criptografados e transmitidos utilizando espalhamento espectral. A criptografia torna os dados incompreensíveis para agentes e processos externos e o espalhamento espectral proporciona imunidade a interferências intencionais ou naturais, e impossibilita a detecção e interceptação dos dados por agentes e processos não autorizados (MIRANDA, 1998). O emprego dessas duas técnicas inviabilizam a assunção do controle do satélite por outro Centro de Controle que não o COPE-P ou COPE-S e proporcionam proteção a ataques com o objetivo de causar a interrupção na continuidade de sua operação ou danos ao satélite (VIEIRA JUNIOR; NOHRA, 2015).

O SGDC utiliza dispositivos que garantem que seus circuitos de transmissão e recepção não entrarão em saturação em caso de interferência intencional ou natural (PINHO, 2016). Esta capacidade assegura que o fluxo de dados não será interrompido e que sua integridade não será corrompida por interferências externas,

sejam elas intencionais ou naturais. Somado a isso, a capacidade satelital do SGDC permite o uso de técnicas de transmissão segura para a proteção do fluxo de dados tais como: salto de frequência e espalhamento espectral, ambas capazes de impedir a detecção e a interceptação dos dados, além de proporcionar imunidade a interferências externas com o objetivo de interromper ou degradar seu fluxo.

O satélite C3 foi desenvolvido para aplicações comerciais e todo o seu controle, gerenciamento e monitoramento é de domínio da EMBRATEL Star One e conduzido a partir de um único Centro de Controle, o Teleporto de Guaratiba, localizado no Rio de Janeiro (EMBRATEL STAR ONE 2010?a). Como o estado brasileiro não detém nenhuma influência sobre controle, gerenciamento e monitoramento do satélite, não é possível assegurar a continuidade de sua operação e segurança do fluxo de dados no mesmo patamar em que é possível com o SGDC, tonando o emprego do SGDC como meio primário para os enlaces satelitais militares mais adequado.

2.2 Características operacionais

Dentre as características mais importantes de um satélite de comunicações estão sua cobertura, o que define a área de atuação das estações de solo, e a banda na qual opera, o que define as características técnicas das estações de solo e das comunicações (ELBERT, 2008).

Com relação à área de cobertura, o SGDC proporciona três categorias: nacional, abrangendo todo o território brasileiro; regional, abrangendo a América do Sul, Caribe e parte do Oceano Atlântico; e direcionável (também conhecida como teatro), com formato circular e raio de cerca de 1.500 km que pode ser deslocada por toda a área vista pelo satélite. É possível estabelecer a conexão entre uma estação transportável na área de cobertura nacional com uma estação transportável na área de cobertura teatro e vice-versa, permitindo a comunicação entre qualquer ponto do território nacional com qualquer ponto na área vista pelo satélite (HOROWICZ, 2014). As coberturas regional e teatro proporcionam grande flexibilidade e versatilidade às comunicações por permitirem atender a diversos cenários de emprego e customizar a configuração às necessidades operacionais da Missão (DEMENICIS, 2018).

O satélite C3 proporciona somente cobertura categoria regional, abrangendo a América do Sul e a costa Brasileira (EMBRATEL STAR ONE 2010?b). Em uma área total consideravelmente inferior à proporcionada pelo SGDC e sem a mesma flexibilidade e versatilidade às comunicações por não dispor das categorias nacional e teatro.

A capacidade de tráfego de dados de um terminal satelital depende diretamente do ganho da antena, que é uma medida de sua capacidade em concentrar o sinal e está relacionada a faixa de frequências utilizada. Para uma antena com parábola de diâmetro fixo, quanto maior a faixa de frequências utilizada, maior será seu ganho e conseqüentemente maior será sua capacidade de tráfego de dados (ELBERT, 2008). Por ser uma faixa de frequências com valores maiores aos da banda C, a banda X proporciona maior capacidade de tráfego de dados para uma antena com parábola de mesmo diâmetro. Ainda com relação à capacidade de tráfego de dados, cabe destacar que capacidade da satelital do SGDC de 288 MHz esta dimensionada para atender as demandas atuais de velocidade das comunicações militares do MD.

Além da maior capacidade de tráfego de dados possível com o emprego do SGDC, outra característica operacional fundamental para comunicações militares é a possibilidade de uso de terminais transportáveis com parábolas de baixo diâmetro e alta capacidade de tráfego de dados, sendo possível na banda X do SGDC, o uso de parábolas com diâmetros tão reduzidos quanto 45 centímetros, proporcionando grande mobilidade, versatilidade e pronta resposta na disponibilização dos enlaces. Na banda C, o uso de terminais com antena de diâmetro inferior a 1,8 m não é autorizado, na América do Sul, pelas agências regulatórias (DREDGE; TIMMING, 2019).

Com relação à susceptibilidade a interferências externas, na banda X há menor ocorrência de interferências entre usuários de satélites adjacentes, satélites com posição orbital próxima, pelo maior espaçamento entre os satélites que operam nessa faixa, com 4° para os satélites da banda X contra 2° para os satélites da banda C (DREDGE; TIMMING, 2019). Além de reduzir a interferência entre satélites adjacentes, o maior espaçamento entre os satélites da banda X simplifica o processo de apontamento dos terminais transportáveis, reduzindo o tempo de instalação e conseqüentemente aumentando a pronta resposta na disponibilização

dos enlaces. Por ser dedicada ao uso exclusivo das Forças Armadas, não há usuários comerciais operando terminais satelitais na banda X, o que a torna uma faixa menos congestionada e com menor incidência de interferências do que a banda C (CHAMBERS, 2013). A banda X também sofre menos do que a banda C com interferências de sistemas de comunicações terrestres (CHAMBERS, 2013).

Quanto a atenuação do sinal por chuvas, a banda X apresenta excelente resistência à atenuação por chuva e em muitos casos supera o desempenho da banda C por sofrer menos com interferência entre satélites adjacentes (DREDGE; TIMMING, 2019).

A menor susceptibilidade da banda X a interferências externas aumenta a estabilidade e disponibilidade dos enlaces, permitindo alcançar médias de disponibilidade de 99.9%.

Pelo exposto, verifica-se que as características operacionais do SGDC tornam seu emprego mais vantajoso para atividades militares por disponibilizar maior área de cobertura, maior capacidade de tráfego de dados, maior mobilidade, maior pronta resposta e pelos enlaces sofrerem menos com interferências externas, conseqüentemente aumentando sua disponibilidade.

3 CONCLUSÃO

O ensaio abordou o domínio do estado brasileiro sobre o controle, gerenciamento e monitoramento do SGDC comprovando sua relação direta para a garantia da continuidade da operação satelital e segurança do fluxo de dados independentemente do contexto político e econômico, comparando com o que é possível pela infraestrutura atual da banda C.

Também foram apresentadas as características operacionais do SGDC contrastando-as com a infraestrutura satelital da banda C. Neste contexto, foi comprovado que o SGDC proporciona maior área de cobertura com três categorias, maior capacidade de tráfego de dados, maior mobilidade através da possibilidade de uso de terminais com parábolas de pequeno diâmetro, maior pronta resposta na disponibilização dos enlaces e menor susceptibilidade a interferências externas acarretando maior disponibilidade às comunicações.

Os assuntos abordados sustentam a tese de que o emprego do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) como recurso satelital primário para as Operações e Exercícios Militares da FAB, ficando a infraestrutura satelital da banda C como meio secundário e complementar ao satélite de defesa, pode suplantiar as limitações identificadas na infraestrutura da satelital da banda C.

O benefício direto para a FAB pela adoção da tese defendida é a ampliação das capacidades de suas comunicações militares por satélite por passar a contar com enlaces satelitais com maior disponibilidade, maior segurança, maior capacidade de tráfego de dados, maior área de cobertura, maior mobilidade e maior pronta resposta. Consequentemente haverá incremento em sua capacidade de emprego operacional por ser possível disponibilizar as capacidades elencadas em locais nos quais os recursos de comunicações sejam insuficientes ou inexistentes e o suporte de comunicações só é viável através do uso de enlaces satelitais. Haverá ainda benefício para o MD e sociedade por passarem a contar com uma FAB melhor capacitada e doutrinada para o cumprimento de sua Missão constitucional de Controlar, Defender e Integrar o território nacional com vistas a Defesa da Pátria.

REFERÊNCIAS

CHAMBERS, J. Commercial X-Band: The Technical + Operational Advantages.

Milsat Magazine: SATCOM For Net-Centric Warfare. USA, v. 6, n.1, p. 68-69, abr. 2013.

DEMENICIS, L. S. **Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações**

Estratégicas (SGDC): Uma Análise das Contribuições para a Defesa Nacional.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018.

DREDGE, K.; TIMMING, I. Versatile and Robust X-Band. **Milsat Magazine:**

SATCOM For Net-Centric Warfare. USA, v. 12, n. 3 p. 44-45, mar. 2019.

ELBERT, B. R.; **Introduction to Satellite Communication.** Boston: Artech House, 2008.

EMBRATEL STAR ONE. Guaratiba. Site da EMBRATEL da Star One. [S.I.] [2010?]. Disponível em: www.starone.com.br/internas/guaratiba/. Acesso em: 21 fev. 2021a.

EMBRATEL STAR ONE. Sobre o Satélite Star One C3. Site da EMBRATEL da Star One. [S.I.] [2010?].

Disponível em: www.starone.com.br/internas/satelite_C3/. Acesso em: 21 fev. 2021b.

HOREWICZ, M. C. **Emprego de Comunicações por satélite no SISFRON**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2014.

MIRANDA, H. C. **Realização de um Sistema de Comunicação de Espalhamento Espectral Usando Técnicas de Rádio Digital**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrônica e de Computadores – Universidade do Porto, Porto, 1998.

PINHO, H. **A Integração do EB no Sistema de Satélites Geoestacionários de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2016.

VIEIRA JUNIOR, H.; NOHRA, L. F. M. **Requisitos de Segurança da Informação do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas**. *In: VI SEMINÁRIO DE ESTUDOS EM CIÊNCIAS AEROESPACIAIS*. 2015. Rio de Janeiro. Pôster. Rio de Janeiro: SECA. 2015.