



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

LUCAS ABNER **DA SILVA**, Cap Av

**Comunicação via satélite nas aeronaves EMB-190 PR (VC-2) do Grupo de
Transporte Especial: um passo para a excelência operacional**

Rio de Janeiro

2022

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

LUCAS ABNER **DA SILVA**, CAP AV

Comunicação via satélite nas aeronaves EMB-190 PR (VC-2) do Grupo de Transporte Especial: um passo para a excelência operacional

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
Orientadora: **Alexandra** Vidal Pedinotti
Zuma, Cap Farm

Rio de Janeiro

2022

LUCAS ABNER **DA SILVA**, Cap Av

Comunicação via satélite nas aeronaves EMB-190 PR (VC-2) do Grupo de Transporte Especial: um passo para a excelência operacional

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

Aprovado por:

Israel Cordeiro dos Santos Rocha, Maj Eng
EAOAR

Alexandra Vidal Pedinotti Zuma, Cap Farm
EAOAR

Rio de Janeiro

2022

RESUMO

O desenvolvimento da tecnologia de comunicação via satélite ampliou as possibilidades de transmissão de informação ao redor do globo, e recentemente desponta no setor da aviação. Os satélites artificiais são repetidores de micro-ondas no espaço, capazes de amplificar sinais e retransmiti-los. Entre as características desse modal estão a confiabilidade, a alta qualidade da transmissão de dados, e seu longo alcance, o qual representa um facilitador para os aeronavegantes. A aeronave Embraer-190 PR (VC-2), do Grupo de Transporte Especial (GTE), encontra-se apta a agregar tal tecnologia, o que vai ao encontro da necessidade de figurar no mais alto padrão operacional, a fim de oferecer maior segurança à autoridade transportada. A implementação da tecnologia satélite otimiza a operacionalidade das aeronaves VC-2, uma vez que aprimora a comunicação entre a tripulação e o Controle de Tráfego Aéreo, ao viabilizar a troca de mensagens escritas por meio de enlace de dados digitais (*data link*) a longo alcance. Além disso, a disponibilidade de conexão à internet via satélite torna possível o acompanhamento das condições meteorológicas do voo em tempo real, inclusive por intermédio de imagem georreferenciada em dispositivo eletrônico apropriado. Os benefícios advindos da comunicação via satélite podem ser usufruídos também pelas demais aeronaves de asa fixa do GTE e por outros esquadrões da FAB, como os operadores da aeronave KC-390 *Millenium*. Tal avião é da mesma fabricante do Embraer-190 e conta com equipamentos de última geração que também podem incorporar a tecnologia satélite.

Palavras-chave: *Electronic Flight Bag. Controller Pilot Data Link Communication. Meteorologia. Comunicação via Satélite.*

1 INTRODUÇÃO

O lançamento do primeiro satélite artificial russo, o famoso *Sputinik*, marcou o início de uma nova era. Desde então, a tecnologia de comunicação via satélite tornou-se amplamente disponível para a transmissão de dados por variados meios em todo o mundo. Recentemente, sua aplicação modernizou as capacidades de comunicação e navegação no meio aeronáutico, permitindo que as aeronaves operem de forma mais segura e eficiente.

Os satélites artificiais são repetidores de micro-ondas no espaço, capazes de amplificar sinais debilitados devido à distância e retransmiti-los mesmo a pontos geograficamente muito separados. Atualmente, há muitas empresas que mantêm constelações de satélites em órbita e provêm serviços para monitoramento e transmissão de informação a bordo de aeronaves.

A aeronave Embraer-190 (VC-2), lotada no Grupo de Transporte Especial (GTE), é dotada de dispositivos para comunicação de voz com o Controle de Tráfego Aéreo (CTA) e transmissão de mensagens escritas via *data link*, em ambos os casos por meio de antenas de rádio. A aeronave conta também com *tablets* aplicados como o *Electronic Flight Bag* - EFB¹, onde é possível, dentre outras funções, visualizar o mapa da rota voada e as condições meteorológicas. Além dos equipamentos supracitados, é viável equipar este vetor com outros instrumentos operacionais que abarcam a comunicação via satélite.

A comunicação via rádio, ainda predominante no VC-2, apresenta alcance e clareza limitados, pois está sujeita a interferências de atmosfera e terreno, especialmente em áreas remotas. Quando o avião está engajado em longos deslocamentos, como no cumprimento de missões internacionais que envolvem travessias oceânicas, ou sobre regiões inóspitas, a cobertura radar e de comunicação fica diminuída. Em determinados pontos, a fraseologia com os controladores torna-se precária ou inexistente, e o acompanhamento das condições meteorológicas acaba igualmente prejudicado.

¹ EFB é um dispositivo eletrônico usado para auxiliar a tripulação no gerenciamento de informações e cumprimento de tarefas afetas ao voo. Ademais, pode conter diversos softwares para automatizar processos (como cálculos de desempenho, peso e balanceamento) e ser utilizado como *display* multiuso.

Isso posto, este ensaio defende que a implementação da tecnologia de comunicação via satélite otimiza a operacionalidade das aeronaves VC-2. Sustenta essa tese a premissa de que esta tecnologia aprimora a comunicação entre tripulação e o CTA, já que torna o alcance da transmissão digital via *data link* superior àquele das operações por antenas de rádio. Além disso, a disponibilidade de conexão à internet via satélite possibilita o acompanhamento da meteorologia em tempo real, inclusive com imagem georreferenciada no EFB.

2 DESENVOLVIMENTO

Haja vista a utilização da aeronave VC-2 na frota presidencial, é mister reconhecer a necessidade de manter a operacionalidade no mais alto nível, a fim de garantir a segurança da autoridade transportada. Entende-se como operacionalidade da máquina a capacidade de cumprir as diversas missões para as quais for designada, com eficiência e seguridade, respeitando as regras de tráfego aéreo.

Não obstante a presença de bons equipamentos já instalados no projeto, é importante ressaltar que o VC-2 é comumente empregado sob condições singulares, como travessias oceânicas e voos sobre zonas inóspitas, onde a comunicação pelos meios convencionais (a rádio) torna-se impraticável em diversos momentos, bem como o acompanhamento em tempo real da meteorologia.

Destarte, dentro do contexto da evolução da atividade aérea, vislumbra-se obter: "maior segurança e confiabilidade; menor custo efetivo; melhor qualidade de transmissão; cobertura de grandes áreas e de regiões não atendidas por sistemas terrestres e separação de obstáculos naturais" (SBIZERA, 2003, p. 55), como vantagens da utilização da tecnologia de comunicação via satélite, contribuindo para a operacionalidade do VC-2.

Costa (2019) segue na mesma linha, e indica que o uso de tecnologias de comunicação via satélite é justificável em aplicações estratégicas e serviços que exigem redundância e alta disponibilidade, sendo fundamental na manutenção de atividades diretamente relacionadas com a soberania aeroespacial.

2.1 Ampliação do alcance da transmissão digital via data link

A aeronave VC-2 é equipada com rádios do tipo *Very High Frequency* – VHF e

High Frequency – HF para comunicação de voz com o CTA. O VHF normalmente reproduz uma comunicação clara, porém de curto alcance, e sua antena também pode ser utilizada para a transmissão digital via *data link*. A operação do HF, por sua vez, embora cubra maior extensão, sofre constantes interferências que deixam o som chiado e turvo. Normalmente, é a opção utilizada para comunicação a grandes distâncias, quando não há cobertura suficiente de estações VHF no solo. Além das dificuldades da transmissão, o crescimento constante do tráfego aéreo mundial tem resultado no congestionamento da fonia e aumentado o tempo de ocupação dos meios de comunicações de voz.

Nota-se, portanto, a premente necessidade de buscar alternativas para a comunicação digital baseada em mensagens escritas através do sistema conhecido como *Controller Pilot Data Link Communication*, doravante denominado CPDLC. As mensagens elaboradas por meio deste sistema podem tramitar tanto por ondas de rádio VHF quanto através da interação por satélites. Neste último caso obtém-se maior alcance, mas é mandatório que estejam instalados alguns transceptores específicos na aeronave.

O sistema CPDLC do VC-2 é comandado pelos pilotos nas telas do *Flight Management System* – FMS do avião. Nesta interface, o FMS funciona como uma espécie de microcomputador onde as mensagens são formuladas e podem ser emitidas e recebidas do Controle. O alcance do CPDLC, contudo, ainda fica restrito à transmissão via rádio, operando no modo *Very High Frequency Data Link* - VDL.

O tratamento digital de informações escritas no âmbito aeronáutico, além de construir mensagens mais claras e precisas, diminui significativamente o acúmulo de comunicações por voz entre os envolvidos. Gurtov, Polishchuk, Wernberg (2018) demonstraram que o uso do CPDLC satelital aprimora a comunicação entre tripulação e CTA, uma vez que amplia o alcance da transmissão e aumenta a compreensão das mensagens, além de reduzir em 84% a ocupação da fonia:

O CPDLC reduz o risco de que uma autorização ou outras instruções não sejam compreendidas, especialmente quando uma mensagem contém múltiplos elementos. Outrossim, a carga de trabalho tanto de pilotos quanto de controladores é reduzida com a automação de reportes e mudanças no plano de voo. Além disso, o CPDLC **melhora significativamente a capacidade de comunicação em áreas oceânicas**, mormente nas situações em que controladores e pilotos dependem de pontes feitas por aviões terceiros para se comunicarem pelo HF. (GURTOV; POLISHCHUK; WERNBERG, 2018, p. 3, tradução nossa, grifo nosso)

O CPDLC quando no modo VDL tem seu alcance vinculado à presença de estações rádio VHF em solo. Assim, a vantagem obtida com o seu uso é pequena, pois durante voos em regiões inóspitas ele não funciona, e o uso do HF continua sendo requerido. Por outro lado, o CPDLC conectado à rede de comunicação satelital habilita o serviço sobre regiões oceânicas, dispensando a utilização do HF e superando o alcance do VDL relativo à transmissão *data link* (GURTOV; POLISHCHUK; WERNBERG, 2018, tradução nossa).

Um estudo conduzido por Faieza, Rashid, Zulkifli (2014) revelou que 80% dos controladores de voo concordam que o CPDLC satelital é capaz de prover vigilância e comunicação contínua durante travessias sobre áreas remotas. Tal fato, além de garantir a segurança operacional, proporciona a redução da separação entre as aeronaves, de maneira a agilizar o fluxo do tráfego aéreo.

A fabricante do avião corrobora e esclarece que a arquitetura do sistema de comunicação via satélite amplia o alcance da transmissão *data link* para além das regiões onde somente a cobertura rádio está disponível (EMBRAER, 2021, tradução nossa).

Ensejar a comunicação com o CTA majoritariamente digital por meio da tecnologia satélite representa um grande ganho operacional para a aeronave VC-2. Tal *modus operandi* é mais adequado às técnicas atualmente empregadas na aviação mundo afora, pois é mais claro, preciso, aumenta a confiabilidade das comunicações e possui alcance global.

2.2 Internet via satélite a bordo e uso pleno do EFB

A aeronave VC-2 é equipada atualmente com *tablets* EFB para o piloto, copiloto e operador de comunicações. Este equipamento apresenta informações aeronáuticas aos tripulantes e destina-se ao planejamento do voo, podendo ser utilizado em todas as fases. O EFB oferece tanto informações estáticas quanto interativas (BRASIL, 2019).

Uma das mais importantes funcionalidades disponíveis aos tripulantes no EFB é o acompanhamento do voo por mapas georreferenciados. Este recurso compreende também as informações meteorológicas da rota, o que auxilia sobremaneira o planejamento e a condução do voo. A atualização das condições meteorológicas nos

EFB, entretanto, só funciona quando há internet disponível na aeronave, o que pode ser resolvido mediante a instalação de transceptores específicos na aeronave para conectá-la à tecnologia de satélites.

Santino (2018) estima que até o ano de 2026 haverá cerca de 1.500 aviões conectados à internet via satélite na América Latina. Nos Estados Unidos e Europa isso já é uma realidade consolidada, enquanto algumas empresas aéreas no Brasil também começaram a oferecer parcialmente o serviço. A internet via satélite abre um vasto rol de possibilidades de comunicação e navegação para a tripulação, por meio do uso pleno dos dispositivos do tipo EFB:

A função precípua do EFB é apoiar a gestão da informação. O gerenciamento da informação em tempo real oferece suporte flexível e acesso à apresentação do conhecimento com melhor relacionamento dos dados específicos, em qualquer ponto do voo, além de oferecer embasamento eficaz para a tomada de decisão, melhorando a consciência situacional. (FITZSIMMONS, 2002, p. 3, tradução nossa)

As boas práticas de voo recomendam o desvio de regiões turbulentas e, em certas condições, proíbem o sobrevoo em áreas de condições de formação de gelo. Nesses e em muitos outros casos as informações atualizadas do EFB contribuem para um voo seguro e eficiente, evitando que as tripulações sejam surpreendidas pelas evoluções da situação do tempo em rota.

Vieira (2020) faz uma interessante relação entre as informações meteorológicas em tempo real e o processo decisório da tripulação, afirmando que a tomada de decisão ganha assertividade, deixando a aeronave longe de situações meteorológicas desfavoráveis. A falta de assertividade na comunicação entre tripulantes é um fator contribuinte de diversos acidentes aeronáuticos, em especial quando se perde a noção da conjuntura meteorológica. Nos Estados Unidos, por exemplo, a base de dados do Conselho Nacional de Segurança nos Transportes dos Estados Unidos - NTSB indica que 21,3% dos acidentes têm contribuição de fatores meteorológicos, e 41,2% de todos os acidentes relacionados a estes fatores não mostram registro de conhecimento da tripulação acerca das condições presentes (MOSCATI, 2005).

Logo, pode-se afirmar que a internet via satélite é uma importante ferramenta de fomento à operacionalidade do VC-2. O acompanhamento em tempo real da

meteorologia, advindo da conexão à rede, gera o aumento da consciência situacional da tripulação. Abre-se espaço para otimizar o planejamento e a condução do voo, através de precisão nos desvios de rota, evasiva de condições meteorológicas adversas e zonas turbulentas, análise de cartas de vento e temperatura e verificação de condições propícias à formação de gelo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das vantagens da comunicação via satélite frente aos meios convencionais à rádio, mostra-se importante conectar a aeronave VC-2 àquela tecnologia. No contexto do crescimento e evolução da aviação mundial, adaptar-se às novas tendências é um requisito necessário para fixar a operacionalidade no mais alto nível, sobretudo para assegurar, no âmbito do GTE, a segurança da autoridade transportada.

As missões atribuídas à aeronave VC-2 frequentemente contemplam o voo por zonas inóspitas e travessias oceânicas, onde a comunicação com o CTA é precária, e o conhecimento e atualização das condições meteorológicas em rota faz-se primordial. Considerando que há satélites em órbita que cobrem grandes regiões não atendidas por estações de rádio em solo e garantem separação de obstáculos naturais, a incorporação dessa tecnologia representa uma grande aliada para prover maior capacidade operacional.

Sendo assim, esse ensaio defendeu que a implementação da comunicação via satélite otimiza a operacionalidade da aeronave VC-2. Na medida em que sustenta a operação do sistema CPDLC a longo alcance, a tecnologia satélite permite a comunicação digital via *data link* entre tripulação e CTA, inclusive sobre áreas remotas. Outrossim, ao agregar conexão de internet a bordo, propicia o acompanhamento em tempo real das condições meteorológicas através do *Electronic Flight Bag* (EFB).

De maneira análoga, esses benefícios podem ser usufruídos pelas demais aeronaves de asa fixa do GTE, bem como por outros Esquadrões da FAB que efetuam travessias oceânicas, como os operadores do KC-390 *Millenium*. Tal avião é da mesma fabricante do EMB-190 VC-2, e conta com equipamentos de última geração que também podem incorporar a comunicação via satélite.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Instrução Suplementar nº 91-002**. Revisão D. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-91-002>. Acesso em: 25 jun. 2022.

COSTA, Guilherme Picolo Salazar. **Uso de Redes Neurais na Correção de Erros de Transmissão em Sistemas de Comunicação Via Satélite**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2178>. Acesso em: 19 jul. 2022

EMBRAER S. A. **Embraer 190 PR Model Aircraft Maintenance Manual: SATCOM system**. Sorocaba, SP, Revision 13, p. 1-38, 2021.

FAIEZA, Aziz Abdul; RASHID, Saiful Nizam Abdul; ZULKIFLI, Nur Admin Akmar. Communication System Improvement for Air Traffic Service [...]. **Applied Mechanics and Materials**. University Putra Malaysia, Selangor, 2014.

FITZSIMMONS, Major Fredric. **The Electronic Flight Bag: A Multi-Function Tool for the Modern Cockpit**. Institute for Information Technology Applications. United States Air Force Academy, Colorado, 2002. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA455315.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2022

GURTOV, Andrei; POLISHCHUK, Tatiana; WERNBERG, Max. Controller Pilot Data Link Communication Security. **Sensors**. Linköping University. Basel, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/5/1636/html>. Acesso em: 15 jun. 2022

MOSCATI, Ney Ricardo. Acidentes aéreos associados a condições meteorológicas adversas e melhoria contínua [...]. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 03. São José dos Campos, SP, 2005.

SANTINO, Renato. Banda larga no voo; novas tecnologias [...]. **Portal Eletrônico Olhar Digital**. 02 fev. 2018. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2018/02/02/videos/banda-larga-no-voo-novas-tecnologias-deixam-wi-fi-do-aviao-mais-rapido>. Acesso em: 25 jun. 2022.

SBIZERA, Daniela de Oliveira. **Um sistema de comunicação para transmissão de dados a longa distância [...]**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2003.

VIEIRA, Belmiro Antonio Gomes. **Electronic Flight Bags como parte do desenvolvimento nos cenários de cockpit**. Escola de Gestão e Negócios. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/239>. Acesso em: 20 jun. 2022