



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2024

CELDO SOUZA DA SILVEIRA, Cap Eng

A tecnologia ADS-B e a eficiência do Serviço de Informação de Voo de Recife

Rio de Janeiro

2024

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2024

CELDO SOUZA DA SILVEIRA, Cap Eng

A tecnologia ADS-B e a eficiência do Serviço de Informação de Voo de Recife

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: Segurança de Voo

Orientador: Edivaldo Pires de Figueiredo,
Ten Cel Esp Sup Tec

Rio de Janeiro

2024

CELDO SOUZA DA SILVEIRA, Cap Eng

A tecnologia ADS-B e a eficiência do Serviço de Informação de Voo de Recife

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

Aprovado por:

Edivaldo Pires de Figueiredo, Ten Cel Esp Sup Tec
EAOAR

Robertha Lima da Silva Matias, Cap Av
EAOAR

Rio de Janeiro

2024

RESUMO

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) iniciou em 2021 o Serviço de Informação de Voo (*Flight Information Service – FIS*) em Recife/PE, para proporcionar informações e avisos relevantes para os pilotos voando em espaço aéreo não controlado (Classe G). No entanto, esse serviço pode ser otimizado com o uso de novas tecnologias. A implantação dos sistemas TIS-B e FIS-B no FIS da Região de Informação de Voo de Recife (FIR-RE) aumentará a eficiência na prestação do serviço de informações de voo, visto o aumento da segurança operacional, por meio da redução de falhas de fraseologia, pela visualização gráfica de outros tráfegos próximos e formações meteorológicas aumentando a consciência situacional do piloto com dados exibidos diretamente no *cockpit*. Há também a redução da carga de trabalho dos operadores FIS, pois a quantidade de solicitações de informações de voo será diminuída com a menor ocupação da frequência VHF, a qual é utilizada atualmente para a comunicação via fonia e permitindo reduzir posteriormente a quantidade de posições ativas simultaneamente. O acréscimo da eficiência na prestação do Serviço de Informação de Voo de Recife elevará sobremaneira a segurança operacional e otimizará a aplicação de recursos humanos. Esses fatores podem ser aplicados a todas as regiões de informação de voo (FIR) do SISCEAB. Dessa forma, o Brasil continuará como um dos líderes mundiais em segurança no tráfego aéreo, conforme a OACI (Organização da Aviação Civil Internacional), servindo como exemplo, principalmente, para os países da América Latina.

Palavras-chave: Segurança Operacional. Espaço Aéreo. *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast. Traffic Information Service – Broadcast. Flight Information Service – Broadcast.*

1 SERVIÇO DE INFORMAÇÃO DE VOO

O espaço aéreo é dividido em classes nomeadas de A até G e cada fração possui características específicas relacionadas à prestação do serviço ATS (*Air Traffic Service*). A classe G compreende o espaço aéreo onde os pilotos são responsáveis por manter a sua própria separação das demais aeronaves, seja por meio visual ou por instrumentos. Nessa área não há controle de tráfego aéreo sendo prestado por controladores de voo, mas o serviço FIS (*Flight Information Service*) presta importantes informações para as tripulações das aeronaves que sobrevoam essa fração do espaço aéreo. São prestadas informações meteorológicas, operacionalidade de aeródromos, condições dos auxílios à navegação, risco de colisão entre aeronaves e outros (Brasil, 2021). O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) iniciou em 2021 o Serviço de Informação de Voo (FIS) em Recife/PE. Esse serviço é composto por graduados da especialidade de Comunicações (BCO), os quais são subordinados ao Chefe do Centro de Controle de Área de Recife (ACC-RE).

Atualmente, para que o FIS seja prestado, os operadores utilizam frequências VHF para cada setor e contam com visualização radar disponibilizado pelos sistemas de tratamento e visualização de dados para fins de consciência situacional. Esse modelo convencional expõe desafios, sendo possível citar fatores que impactam diretamente na eficiência do serviço prestado, onde se pode citar problemas de fraseologia, indisponibilidade técnica na comunicação VHF e escassez de recursos humanos capacitados.

A prestação do serviço FIS pode ser otimizada com a utilização de novas tecnologias que possibilitem o envio dos dados de interesse aos pilotos de forma automática e ampla, ou seja, informações que atendam a todas as necessidades operacionais do piloto, sem que ele necessite realizar contato bilateral com o operador do FIS via frequência VHF. Nesse diapasão, a implantação da tecnologia ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance – Broadcast*) e dos sistemas derivados conhecidos por TIS-B (*Traffic Information Service – Broadcast*) e FIS-B (*Flight Information Service – Broadcast*), permitiria aos pilotos receber as mesmas informações prestadas pelos operadores diretamente em sua cabine, com a diferença que esses dados serão transmitidos automaticamente sem interferência de operadores em solo ou tripulação.

Nesse escopo, argumenta-se que a implantação dos sistemas TIS-B e FIS-B no FIS da Região de Informação de Voo de Recife (FIR-RE) aumentará a eficiência na prestação do serviço de informações de voo.

Há dois fatores preponderantes advindos dessa implantação onde se pode citar o aumento da segurança operacional, por meio da redução de falhas de fraseologia, pela visualização gráfica de outros tráfegos próximos e formações meteorológicas aumentando a consciência situacional do piloto com dados exibidos diretamente no *cockpit* e a redução da carga de trabalho dos operadores FIS, pois a quantidade de solicitações de informações de voo será diminuída com a menor ocupação da frequência VHF, a qual é utilizada atualmente para a comunicação via fonia e permitindo reduzir posteriormente a quantidade de posições ativas simultaneamente.

2 A EFICIÊNCIA NA PRESTAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE VOO

A eficiência na prestação do FIS está atrelada a capacidade do órgão de atender a demanda dos pilotos com informações de voo sobre dados de meteorologia e de tráfego (Erzberger; Paielli, 2002). Para ser possível manter a qualidade do serviço, torna-se necessária a disponibilidade dos meios de telecomunicações, como a fonia via VHF no caso do FIS-RE, bem como operadores qualificados dispostos em setores que absorvam a demanda. Atualmente, há apenas 1 (uma) frequência disponível para esse serviço e a quantidade de operadores é limitada devido à carência de graduados BCO no Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB). O DECEA está em processo de instalação de 66 estações do sistema ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance–Broadcast*) até 2026, tecnologia de vigilância em que uma aeronave informa seus dados de posição, velocidade, altitude e demais informações operacionais automaticamente para o controle de solo e para as demais aeronaves voando no mesmo espaço aéreo (Brasil, 2023a). Existem mais dois sistemas derivados do ADS-B, conhecidos por TIS-B e FIS-B. A principal diferença desses sistemas em relação ao ADS-B reside no fato que possuem por princípio o envio automático de informações de voo e de tráfego para as aeronaves (Scarso; Dos Santos, 2018). Esse envio dos dados de TIS-B e FIS-B é realizado por estações de solo, enquanto o ADS-B é realizado pelo *transponder* das aeronaves.

2.1 Acréscimo da segurança operacional

A evolução do tráfego aéreo possibilita o desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para a eficiência e segurança operacional. Nesse contexto, o FIS-B em conjunto com o TIS-B permite o aumento da consciência situacional dos pilotos, pois as informações essenciais estarão disponíveis para a tripulação, ainda mais em uma operação visual onde piloto é responsável direto por manter a sua separação. Nesse ponto, o TIS-B permite que a aeronave receba dados de vigilância advindos do ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance – Broadcast*) e dos radares próximos. O sistema transmite essas informações para todas as aeronaves próximas sobrevoando aquele espaço aéreo. Isso permite ao piloto observar em seu painel de instrumentos outros vetores próximos de forma automática (Bourgeois; Castella, 2004), sem que seja necessário solicitar essa informação ao operador do FIS.

Os serviços FIS-B e TIS-B estão atualmente implantados no espaço aéreo dos Estados Unidos da América, o qual é composto por 650 estações terrestres espalhadas pelo território (Cerqueira, 2021). O MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) realizou estudo sobre a percepção dos pilotos que utilizaram ou ainda utilizam o serviço FIS-B e TIS-B no espaço aéreo americano e o resultado desse estudo demonstrou que as informações de tráfego proporcionaram uma maior consciência situacional em ambiente de voo visual e em ambiente de voo por instrumentos. Para 70,2% dos pilotos que utilizam o ADS-B IN, foi observado que o FIS-B impactou diretamente na tomada de decisão no ar, com benefícios ocasionais antes da decolagem, impactando as decisões de decolar ou não decolar. Isso proporciona um impulso em direção à independência na cabine, permitindo que a tripulação utilize a tecnologia de ponta para aumentar a segurança de voo (Silva; Jensen; Hansman, 2015).

No estudo realizado sobre o impacto da utilização do ADS-B, FIS-B e TIS-B em relação à taxa de acidentes na aviação geral e em táxis-aéreos, entre 2005 e 2017, no espaço aéreo do Alaska nos Estados Unidos da América (Howell; King, 2019), observou-se redução de 55,3% no período de 12 anos. Isso comprova que a impressão dos pilotos observada no estudo do MIT se evidencia em dados concretos sobre o aumento da segurança operacional com a utilização do FIS-B e TIS-B no espaço aéreo visual.

Esses dados, quando aplicados ao FIS-RE, remetem ao elevado nível de segurança operacional a ser proporcionado. Além disso, a utilização desse sistema em espaço aéreo controlado poderá servir como *backup* para serviços de separação ATC e avisos de tráfego, sendo uma possibilidade para uso no ACC-RE. Por derradeiro, expõe-se a vantagem em minimizar falhas de fraseologia, principalmente em outro idioma (Tiewtrakul; Fletcher, 2010), visto que os dados serão obtidos visualmente na tela do piloto.

2.2 Otimização da carga de trabalho

A região do FIS-RE é dividida em 3 setores nominados sul, centro e norte. Dentre os três setores, o setor sul é o mais movimentado da FIR, com aproximadamente 2.000 tráfegos por mês, o qual corresponde a 50,7% dos tráfegos (Brasil, 2023c)¹. Esse fator é crítico, pois a quantidade de militares da especialidade de comunicações vem se reduzindo ao longo dos anos. Com isso, o desafio para montar e manter uma escala técnica ou operacional exclusivamente com operadores BCO é muito difícil.

Os pilotos que utilizam o espaço aéreo classe G necessitam constantemente de informações meteorológicas e informações sobre aeródromos. Nesse ponto, o FIS-B auxilia com informações essenciais ao voo, tais como: SIGMET (*Significant Meteorological Information*), METAR (*Meteorological Aerodrome Report*), NOTAM (*Notice to Airmen*), TAF (*Terminal Aerodrome Forecast*), ou seja, informações meteorológicas e alterações ou restrições temporárias de determinado auxílio à navegação aérea que possam ter impacto nas operações aéreas. Além disso, a indisponibilidade ou o fechamento de uma porção do espaço aéreo ou uma pista interditada também são informações significativas transmitidas por NOTAM.

Atualmente o FIS na FIR-RE é composto por 6 operadores por dia, conforme Modelo Operacional do Centro de Controle de Área de Recife (Brasil, 2023d)², com vistas a atender a legislação atual sobre carga de trabalho ATC (Brasil, 2023b). Um órgão que preste o serviço FIS deverá ser operado por 1 (um) operador por setor, devidamente habilitado (Brasil, 2020). A quantidade de operadores pode ser

¹ Estatística referente ao Serviço de Informação de Voo e Alerta do Centro de Controle de Área de Recife (ACC-RE) realizado com base nos dados do ano de 2023, atualizado em 31/12/2023.

² Modelo Operacional do ACC-RE onde consta como deverá ser a prestação do Serviço de Informações de Voo e sua configuração operacional.

reduzida com a implantação do FIS-B e TIS-B, visto que os pilotos possuirão importantes informações em seu *cockpit* de forma automática, desonerando a comunicação com o órgão FIS (Scarso; Dos Santos, 2018). A mesma análise se afirma para o TIS-B, uma vez que o piloto terá informações de tráfego em seu painel, desonerando a frequência do FIS para obter esse tipo de dado.

O estudo conduzido pelo grupo de aeroportos e pelo prestador de serviço de navegação aérea da Suécia, focou na avaliação, validação e preparação para implantação de serviços de enlace de dados para a aviação geral naquele país, visando mensurar a aplicabilidade e vantagens do uso de enlace de dados na aviação geral. Nesse tocante, foi abordado o uso da tecnologia ADS-B e FIS-B na análise sobre eficiência para os pilotos e/ou para o controle de tráfego aéreo. Foram instaladas estações de solo em 4 aeroportos e equipadas 24 aeronaves com transceptores para transmitir dados ADS-B e receber informações FIS-B. Após o período de avaliação, obteve-se como resultado em relação ao FIS-B, que há grande potencial para os usuários da aviação geral, em especial, do ponto de vista dos operadores/controladores, foi observado redução de carga de trabalho e que a ocupação da frequência também foi diminuída, sendo que essa redução poderia chegar a 50% se todas as aeronaves fossem equipadas com os transceptores (Erzell; Li, 2007).

O estudo conduzido sobre o impacto do ADS-B, FIS-B e TIS-B no espaço aéreo do Alaska, relacionado a carga de trabalho do controle, demonstrou que houve uma redução de 18% na carga de trabalho do controlador em relação a comunicações, sendo que esse decréscimo poderia chegar a 26% se todas as aeronaves estivessem equipadas com a capacidade ADS-B. O motivo disso está no fato de que os pilotos não necessitaram realizar contato via fonia VHF com o controle, pois já possuíam importantes informações a bordo. Além disso, 57% dos controladores estimaram que eles necessitaram de menos tempo para prover a separação quando em instrumentos IFR (*Instrument Flight Rules*) (Smith; Mundra, 2006).

As novas tecnologias empregadas ao controle de tráfego aéreo permitem reduzir erros humanos e também a carga de trabalho dos operadores na situação de controle de tráfego aéreo (Aricò *et al.*, 2017), sendo aplicáveis aos operadores do órgão FIS (Flathers; Dornbusch, 1997). Além disso, há menor probabilidade de erro no envio de informações por falha humana.

3 CONCLUSÃO

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), iniciou em 2021 o Serviço de Informação de Voo, também conhecido como FIS (*Flight Information Service*) em Recife/PE, para proporcionar informações e avisos de relevância para os pilotos voando em espaço aéreo não controlado.

A prestação do serviço FIS, que atualmente é prestada por fonia via VHF, pode ser otimizada com a utilização de novas tecnologias que possibilitem o envio dos dados de interesse aos pilotos de forma automática. Com essa perspectiva, cita-se a implantação do ADS-B e dos serviços conhecidos por TIS-B e FIS-B, os quais possuem por princípio o envio automático de informações de voo e de tráfego para as aeronaves voando em espaço aéreo não controlado.

Há dois fatores preponderantes advindos dessa implantação onde se pode citar o aumento da segurança operacional, por meio da redução de falhas de fraseologia, pela visualização gráfica de outros tráfegos próximos, formações meteorológicas e a redução da carga de trabalho dos operadores FIS, pois a quantidade de solicitações de informações de voo será diminuída com a menor ocupação da frequência VHF, a qual é utilizada atualmente para a comunicação via fonia e permitindo reduzir posteriormente a quantidade de posições ativas simultaneamente.

Nesse escopo, argumenta-se que a implantação dos sistemas TIS-B e FIS-B no FIS da Região de Informação de Voo de Recife (FIR-RE) aumentará a eficiência na prestação do serviço de informações de voo.

O aumento da eficiência na prestação do Serviço de Informação de Voo de Recife elevará sobremaneira a segurança operacional e otimizará a aplicação de recursos humanos. Esses fatores podem ser aplicados a todas as regiões de informação de voo (FIR) do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), visto que o modo de operação e as limitações presentes no FIS da FIR-RE são semelhantes aos demais. Dessa forma, o Brasil continuará como um dos líderes mundiais em segurança no tráfego aéreo, conforme a OACI (Organização da Aviação Civil Internacional), servindo de exemplo, principalmente, para os países da América Latina.

REFERÊNCIAS

ARICÒ, P. *et al.* Human factors and neurophysiological metrics in air traffic control: a critical review. **IEEE reviews in biomedical engineering**, v. 10, p. 250-263, 2017.

BOURGEOIS, R. L.; CASTELLA, F. R. System integrity and track accuracy methodology for traffic information service-broadcast (TIS-B). In: **The 23rd Digital Avionics Systems Conference** (IEEE Cat. No. 04CH37576). IEEE, 2004. p. 1. B. 3-11.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria DECEA nº 256/DGCEA, de 10 de novembro de 2020. Aprova a modificação da instrução sobre os “Serviços de Tráfego Aéreo” (ICA 100-37). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 210, 19 nov. 2020. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/42154?guid=1626739206464&returnUrl=%2Fterminalcendoc%2Fresultado%2Flistar%3Fguid%3D1626739206464%26quantidadePaginas%3D1%26codigoRegistro%3D42154%2342154&i=7>. Acesso em: 06 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria DECEA nº 66/DGCEA, de 16 de abril de 2021. Aprova a edição da circular sobre a “Provisão do Serviço de Informação de Voo e Alerta fora do Espaço Aéreo Controlado”. (CIRCEA 100-90). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 077, 28 abr. 2021. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/assunto/Tr%C3%A1fego%20A%C3%A9reo>. Acesso em: 06 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Novo sistema de vigilância da FAB garantirá mais segurança aos voos no espaço aéreo brasileiro**, 2023a. Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=novo-sistema-de-vigilancia-da-fab-garantira-mais-seguranca-aos-voos-no-espaco-aereo-brasileiro. Acesso em: 05 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria DECEA nº 806/DNOR1, de 15 de março de 2023b. Aprova a reedição da Instrução que dispõe sobre o “Horário de Trabalho do Pessoal ATC, COM, MET, AIS, SAR e OPM” (ICA 63-33). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 65, 11 abr. 2023. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/Acervo/Detalhe/46311?returnUrl=/terminalcendoc/Home/Index&guid=1681257602652#:~:text=PORTARIA%20DECEA%20N%C2%BA%20806%2FDNOR1,%2C%20AIS%2C%20SAR%20e%20OPM>. Acesso em: 06 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. “**Estatística referente ao Serviço de Informação de Voo e Alerta do Centro de Controle de Área de Recife (ACC-RE)**”. CINDACTA III, Recife, 2023c.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. “**Modelo Operacional do Centro de Controle de Área de Recife (ACC-RE)**”. CINDACTA III, Recife, 2023d.

CERQUEIRA, R. S. Regulação para o ADS-B no espaço aéreo brasileiro. **Revista da UNIFA**, v. 34, n. 2, p. 21-35, 2021. Disponível em: <https://revistaeletronica.fab.mil.br/index.php/reunifa/article/view/338>. Acesso em: 06 abr. 2024.

ERZBERGER, H.; PAIELLI, R. A. Concept for next generation air traffic control system. **Air Traffic Control Quarterly**, v. 10, n. 4, p. 355-378, 2002.

ERZELL, A.; LI, R. Improving air navigation service for general aviation by using data-link. In: **2007 IEEE/AIAA 26th Digital Avionics Systems Conference**. IEEE, 2007. p. 4. C. 6-1-4. C. 6-11.

FLATHERS, G. W.; DORNBUSCH, D. E. The value of flight information services (FIS). In: **16th ASC. AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference. Reflections to the Future**. Proceedings. IEEE, 1997. p. 9.2-16.

HOWELL, D.; KING, J. Measured Impact of ADS-B In Applications on General Aviation and Air Taxi Accident Rates. In: **2019 IEEE/AIAA 38th Digital Avionics Systems Conference (DASC)**. IEEE, 2019. p. 1-9.

SCARSO, R. E.; DOS SANTOS, R. M. ADS-B: Custo-Benefício para a aviação geral brasileira. **RETEC-Revista de Tecnologias**, v. 11, n. 1, 2018.

SILVA, S. S.; JENSEN, L.; HANSMAN, R. J. Pilot perception and use of ADS-B in traffic and weather services (TIS-B and FIS-B). In: **15th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference**. 2015. p. 2849.

SMITH, A. P.; MUNDRA, A. D. Impact of ADS-B on controller workload: Results from Alaska's capstone program. In: **2006 IEEE/AIAA 25TH Digital Avionics Systems Conference**. IEEE, 2006. p. 1-9.

TIEWTRAKUL, T.; FLETCHER, S. R. The challenge of regional accents for aviation English language proficiency standards: A study of difficulties in understanding in air traffic control–pilot communications. **Ergonomics**, v. 53, n. 2, p. 229-239, 2010.