



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

DANIEL COLCHETE PINTO, Cap Av

Homologação RVSM: impactos na missão de transporte de órgãos

Rio de Janeiro

2024

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

DANIEL COLCHETE PINTO, Cap Av

Homologação RVSM: impactos na missão de transporte de órgãos

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.
Orientador: Ísis Beltrão Pereira, Cap Int.

Rio de Janeiro

2024

DANIEL COLCHETE PINTO, Cap Av

Homologação RVSM: impactos na missão de transporte de órgãos

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

Aprovado por:

Eduardo Mendes **Marcondes**, Maj Av
EAOAR

Ísis Beltrão Pereira, Cap Int
EAOAR

Rio de Janeiro

2024

RESUMO

A aviação comercial e a Força Aérea Brasileira (FAB) participam da logística de Transporte de Órgãos Vitais (TROV) para transplante. O Phenom 100 tornou-se o principal vetor da Força após o decreto presidencial determinando a disponibilidade de uma aeronave para essa missão. Entretanto, esta aeronave vem cumprindo a missão sem a homologação da capacidade da Separação Vertical Mínima Reduzida (RVSM), podendo acarretar perdas operacionais e de segurança de voo. A homologação desta capacidade trará benefícios com o aumento da confiabilidade dos equipamentos e reduzindo a carga de trabalho dos controladores de tráfego aéreo, o que contribuirá para prevenir acidentes. Outro aspecto observado, foi o impacto do tempo de voo na eficiência da missão TROV, fundamental para o sucesso do transplante devido à isquemia do órgão. Destarte, impactos na autonomia e na velocidade, gerados por vetorações do controle, seriam minimizados, aumentando a eficiência e o sucesso do transplante. Posto isto, este ensaio defendeu a necessidade da homologação da capacidade RVSM para aumentar a eficiência nas missões TROV, com o incremento da segurança de voo e com a redução dos riscos associados ao tempo crítico de isquemia. Observa-se que a aplicabilidade da tese transcende o Phenom, sendo uma possibilidade às demais aeronaves da FAB que carecem dessa homologação, com ganhos no quesito operacional, na segurança de voo, e poderá ainda, ampliar os benefícios apresentados, observando a redução da carga de trabalho dos controladores, enaltecendo a imagem da FAB não só perante o Ministério da Saúde, mas diante de toda a nação brasileira.

Palavras-chave: Transporte de órgãos. RVSM. Segurança de voo. Eficiência operacional.

1 INTRODUÇÃO

O transplante de órgãos é um dos maiores feitos da medicina moderna e tornou-se uma esperança de vida para muitos. Porém, enfrenta vários desafios, desde a baixa quantidade de doadores até a dificuldade do transporte logístico.

No Brasil, o Ministério da Saúde, através do Sistema Nacional de Transplantes (SNT), é responsável pelo monitoramento das doações e pela regulamentação dos transplantes realizados no país. O processo inicia nos hospitais, quando pacientes diagnosticados com morte encefálica são identificados e viram potenciais doadores (Brasil, 2017). Com a autorização da família, a Central Nacional de Transplantes (CNT) é informada, dando início às tratativas para a escolha do receptor, que envolvem o tempo de espera na fila e a urgência do caso. Após essa definição, as coordenações abrangendo as equipes médicas e os meios logísticos são iniciadas (Brasil, 2024).

Em situações em que o transporte aéreo dos órgãos se faz necessário, a CNT realiza os arranjos para que tanto o órgão quanto as equipes médicas possam utilizar, preferencialmente, a aviação comercial. Contudo, quando esta não consegue oferecer suporte devido a restrições de horários e do tempo de isquemia – período em que os órgãos podem ficar sem irrigação sanguínea – a CNT solicita o apoio da Força Aérea Brasileira (FAB) para garantir a eficiência e a rapidez no transporte (Marques; Camera; Malagris, 2023).

O envolvimento da FAB nesses transportes sofreu um grande incremento após a promulgação do Decreto nº 8.783, de 06 de junho de 2016, o qual determinou que a Força Aérea cumprisse as missões de Transporte de Órgãos Vitais (TROV) quando fosse solicitada pela CNT, deixando sempre disponível uma aeronave de prontidão para atender estas demandas. Com isso, foi verificado um aumento em 1600% da quantidade de missões TROV realizadas pela FAB em um período de um ano após o decreto (Marques; Camera; Malagris, 2023).

Atualmente, a aeronave Phenom 100 (U-100) é o principal vetor empregado pela FAB nas missões de TROV. Essa preferência se faz pela combinação de sua velocidade e autonomia que ultrapassa os 2.000 km. Suas características permitem alcançar diversas localidades pelo país, uma vez que sua base está situada em Brasília (U-100, 2023).

Entretanto, esta aeronave está executando a missão sem a homologação da capacidade de operação em espaço aéreo com separação vertical mínima reduzida, do inglês *Reduced Vertical Separation Minimum (RVSM)*, o que pode acarretar prejuízos tanto no âmbito operacional quanto na segurança de voo. Isso, por sua vez, pode impactar o cumprimento da missão.

Desta forma, este ensaio defende a necessidade da homologação da capacidade RVSM no projeto U-100 para aumentar a eficiência nas missões de transporte de órgãos. Para sustentar essa proposta, argumenta-se que esta capacidade contribuiria para o incremento da segurança de voo e com a redução dos riscos associados ao tempo crítico da isquemia em missões de TROV.

2 VOO DA VIDA

Diante do incremento das missões de Transporte de Órgãos após o decreto presidencial de 2017 e da consolidação da aeronave U-100 como o principal vetor da FAB para o cumprimento dessa missão, a homologação da capacidade RVSM surge como um passo importante para fortalecer a segurança desses voos com eficiência. Nesse contexto, este ensaio apresenta os riscos associados à falta dessa homologação, destacando como a capacidade RVSM se torna um elemento para aumentar a eficiência nas missões de transporte de órgãos e, ao mesmo tempo, resguardar a segurança das operações da FAB no país.

2.1 Segurança da missão

Em 1958, a separação vertical padrão entre as aeronaves foi estabelecida em 1.000 pés da superfície até 29.000 pés e 2.000 pés acima de 29.000 pés. Isso ocorreu porque a precisão de um altímetro barométrico diminui com a altura (Ali; Taib, 2019).

Na década de 1970, a escassez global, o aumento dos custos dos combustíveis e a demanda por uma utilização mais eficiente do espaço aéreo levaram à necessidade de avaliar a proposta de redução da mínima separação vertical (*Vertical Separation Minimum - VSM*) acima de 29.000 pés. Em 1980, o Painel de Revisão da Organização da Aviação Civil Internacional (*International Civil Aviation Organization - ICAO*) concluiu que, apesar dos custos e do tempo envolvidos nos estudos, os

benefícios potenciais de reduzir o VSM de 2.000 para 1.000 pés eram consideráveis, e os estados foram encorajados a realizar as avaliações necessárias (ICAO, 2002).

Em seguida, na década de 1990, estudos comprovaram que a evolução dos equipamentos a bordo das aeronaves, como computadores de dados, altímetros e pilotos automáticos, tornou a redução do VSM uma realidade (Ali; Taib, 2019). Assim, o grupo de trabalho da ICAO concluiu que um VSM de 1.000 pés acima de 29.000 pés era tecnicamente viável, fazendo referência à capacidade fundamental dos sistemas de manutenção de altitude da aeronave, os quais poderiam ser construídos, mantidos e operados de maneira que o desempenho esperado era obtido (ICAO, 2002).

Conforme observado na regulamentação brasileira, uma lista de documentos e verificações são necessárias para a homologação da aeronave para voar em espaço aéreo RVSM, dentre eles o monitoramento do sistema de altimetria da aeronave, que verifica a acuracidade dos equipamentos (ANAC, 2023). Pode-se observar que a utilização do RVSM em segurança depende da existência de sistemas modernos de altimetria e piloto automático capazes de manter a aeronave voando em sua altitude atribuída com precisão, mostrando, assim, a confiabilidade dos equipamentos (Fowler *et al.*, 2007).

Nesse contexto, o gerenciamento de tráfego aéreo desempenha um papel fundamental na segurança dos voos, pois, com o aumento da demanda, o tráfego aéreo brasileiro tem crescido significativamente ao longo dos anos, demandando uma coordenação eficiente (Miyamaru, 2008). Dessa forma, a implementação do espaço aéreo RVSM trouxe benefícios para a operação dos controladores de tráfego aéreo, como a redução da carga de trabalho, da complexidade e do potencial de erro, e uma maior facilidade de transição entre setores de voo. Observou-se, também, uma redução no uso de vetores para separação e na comunicação empregada, bem como uma diminuição da utilização de altitude inadequada para a direção do voo. Essas mudanças resultaram em esforços de coordenação mais eficientes e significativa redução no número de pontos de conflito (Creamer; Entis; Haase, 2003).

Foi observado, ainda, que a carga de trabalho, a complexidade e o potencial de erro aumentaram proporcionalmente ao crescimento do número de aeronaves não homologadas RVSM em cada setor (Creamer; Entis; Haase, 2003). Os controladores relataram a necessidade constante de reavaliar a separação entre essas aeronaves à medida que cruzavam seus setores, pois essa separação entre as homologadas

RVSM e as não homologadas RVSM, deve ser feito na regulamentação antiga, 2000 pés (BRASIL, 2019), o que resultou em um aumento da carga cognitiva (Creamer; Entis; Haase, 2003).

A fim de ilustrar, cita-se o acidente ocorrido em 2006 entre a aeronave Boeing 787-800 da Gol, que seguia de Manaus para o Rio de Janeiro, e um Embraer Legacy, de propriedade particular, que fazia a rota São José dos Campos-Manaus, os quais colidiram no ar, na região do Mato Grosso.

Ambas as aeronaves estavam no mesmo nível de voo e aerovia. Entre os fatores contribuintes, a carga de trabalho dos controladores de tráfego aéreo influenciou diretamente no acidente, pois não conseguiram observar e corrigir a altitude do Legacy no momento correto. Quando tal fato foi observado, a comunicação com a aeronave não foi obtida a tempo (Carvalho, 2011).

Assim, conforme observado, a homologação RVSM da aeronave U-100 trará benefícios importantes para a segurança de voo. Isso inclui maior confiabilidade nos equipamentos de voo da aeronave e uma redução na carga de trabalho dos controladores, que contribui na prevenção de acidentes.

2.2 Cumprimento da missão

Durante um voo de transporte de órgãos, o fator tempo é fundamental, pois devido a isquemia, cada órgão possui a sua peculiaridade. Apesar de o Brasil ser reconhecido internacionalmente por seu destaque em transplantes de órgãos, ainda enfrenta desafios logísticos (Silva *et al.*, 2019). Esse cenário se torna mais complexo quando órgãos como o coração e o pulmão são tratados, que possuem um tempo de isquemia menor em comparação aos demais. Por vezes o transporte para outros estados não pode ocorrer em voos comerciais, de modo que o acionamento da FAB se faz necessário (Lacerda; Genaro; Zioli, 2020).

Nesse cenário, a Força Aérea necessita cumprir o voo de transporte de órgãos exatamente conforme planejado, pois qualquer intercorrência pode significar o fracasso do transplante. Dentre vários fatores que impactam no cumprimento da missão, as questões técnicas da aeronave são preponderantes para que ocorra com sucesso, atingindo-se o objetivo da missão, ao não pôr em risco a integridade do órgão que está a bordo da aeronave.

Percebe-se, portanto, que a performance da aeronave é fundamental para o cumprimento da missão com eficiência. Para aeronaves a reação, como o U-100, o voo em níveis mais altos desenvolve um menor consumo de combustível e uma maior velocidade (Lovegren; Hansman, 2011), atingindo, assim, uma melhor performance (EMBRAER, 2020). Nesse sentido, Jelinek *et al.* (2002) indicaram que um dos grandes ganhos obtidos na criação do espaço RVSM é o aumento de níveis de voo disponíveis, porquanto permite que mais aeronaves operem em níveis superiores, e, conseqüentemente, um menor consumo geral de combustível.

Entretanto, quando uma aeronave voa em espaço aéreo RVSM, sem a devida homologação, o controle de espaço aéreo deve imprimir separação de 2000 pés entre esta e as demais, conforme regulamentação prevista antes da criação do espaço aéreo RVSM (BRASIL, 2019).

Com efeito, caso ocorra a necessidade de separação, impactos diretos no consumo e velocidade irão acontecer. Afinal, se a aeronave tiver diminuição da autonomia em voo por motivos não planejados, um pouso técnico em um aeroporto alternativo pode se tornar necessário, aumentando consideravelmente o tempo total do transporte do órgão, o que impacta diretamente na eficácia da missão. A perda de velocidade, por sua vez, pode causar atraso de alguns minutos, os quais são extremamente valiosos para órgãos com isquemia baixa, como coração e pulmão (Lacerda; Genaro; Zioli, 2020), gerando, do mesmo modo, uma perda da eficiência da missão (Pinto, 2017).

Dessa forma, observa-se que a eficiência da missão de transporte de órgãos na aeronave U-100 pode ser comprometida enquanto não for homologada RVSM. A necessidade de mudanças de níveis feitas pelo controle pode ocasionar perdas de performance, resultando em aumento do consumo de combustível e diminuição da velocidade de voo.

3 CONCLUSÃO

A aviação trouxe esperança de vida para muitos através de suas asas. A malha comercial e a FAB participam dessa grande logística de transporte de órgãos para transplante. Nesse cenário, a aeronave U-100 se tornou o vetor mais utilizado pela Força após o decreto presidencial que determinou a disponibilidade de uma aeronave

da FAB para a missão TROV. Entretanto, o U-100 vem cumprindo a missão sem a homologação da capacidade RVSM, podendo acarretar perdas no âmbito operacional e na segurança de voo. Isso, por sua vez, pode impactar o cumprimento da missão.

Conforme observado, a homologação da capacidade RVSM no projeto U-100 trará benefícios para a segurança de voo, contribuindo para o aumento da confiabilidade dos equipamentos de voo e reduzindo a carga de trabalho dos controladores de tráfego aéreo, conforme observado no acidente entre a aeronave da Gol com o Embraer Legacy, em 2006. Assim, conseqüentemente, nota-se uma maior contribuição na prevenção de acidentes Aeronáuticos.

Em seguida, foram elucidados os impactos da homologação da capacidade RVSM na eficiência da missão de transporte de órgãos, voltando os olhos para o fator tempo, fundamental para o sucesso no transplante devido à isquemia de cada órgão. Dessa forma, os impactos na autonomia e velocidade, gerados por vetorações do controle, seriam minimizados, gerando um aumento da eficiência e, conseqüentemente, um maior sucesso no transplante.

Diante das vantagens expostas, este ensaio defendeu a necessidade da homologação da capacidade RVSM no projeto U-100 para aumentar a eficiência nas missões de transporte de órgãos, com o incremento da segurança de voo e com a redução dos riscos associados ao tempo crítico da isquemia em missões de TROV.

Observa-se, assim, que a aplicabilidade da tese transcende a aeronave U-100, estendendo-se às demais aeronaves da FAB que carecem dessa homologação. Apesar de o Phenom ser a aeronave que mais realiza missões de transporte de órgãos, não é a única que o faz. Desta forma, as demais aeronaves e esquadrões da FAB também são impactados pelas considerações apresentadas neste ensaio, tanto no quesito operacional quanto na segurança de voo. Pode-se, nesse sentido, ampliar os benefícios apresentados, levando em consideração a redução da carga de trabalho dos controladores de tráfego aéreo com o usufruto dessa implementação, beneficiando toda a aviação nacional no longo prazo.

Percebe-se, portanto, que a tese defendida neste trabalho transcende a esfera técnica, alcançando a dimensão humanitária e estratégica, pois reforça a importância do transporte seguro e eficiente de órgãos para salvar vidas. Dessa forma, a imagem da FAB será enaltecida não só perante o Ministério da Saúde, mas também diante de toda a nação brasileira.

REFERÊNCIAS

ALI, Busyairah Syd; TAIB, Nur Asheila. A Study on Geometric and Barometric Altitude Data in Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) messages. **Journal Of Navigation**, [S.l.], v. 72, n. 5, p. 1140-1158, 8 maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0373463319000201>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ANAC. Portaria nº 10.577/SPO, de 17 de fevereiro de 2023. Aprova a Instrução Suplementar nº 91-005E. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 7, p. 44, 23 fev. 2023. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-91-005>. Acesso em: 27 fev. 2024.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **AIP BRASIL**. Rio de Janeiro: Instituto de Cartografia Aeronáutica, 2019. Disponível em: <https://aisweb.decea.mil.br/download/?public=aee1d836-9eab-437f-ba87fc888f193ceb.pdf&p=Completa>. Acesso em: 27 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Decreto nº 9.175 de 18 de outubro de 2017. Regulamenta a lei nº 9.434, de 4 de fevereiro de 1997, para tratar da disposição de órgãos, tecidos, células e partes do corpo humano para fins de transplante e tratamento. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 201, p. 2, 19 out. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9175.htm. Acesso em: 27. fev 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema Nacional de Transplantes**, [2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saes/snt>. Acesso em: 27 fev. 2024.

CARVALHO, Paulo Victor Rodrigues de. The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a mid-air collision to understand some characteristics of the air traffic management system resilience. **Reliability Engineering & System Safety**, [S.l.], v. 96, n. 11, p. 1482-1498, nov. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2011.05.009>. Acesso em: 27 fev. 2024.

CREAMER, Steve; ENTIS, Steve; HAASE, Nikki. Reduced Vertical Separation Minima in US Airspace: Air Traffic Control Issues and Answers. **Journal of Air Traffic Control**, [S.l.], v. 45, n. 4, p. 8-11, out. 2003. Disponível em: https://www.tc.faa.gov/acb300/techreports/drsvsm_atca_10-03.pdf. Acesso em: 27 fev. 2024.

EMBRAER. **PHENOM 100**: Pilot's Operating Handbook (POH 2761-24). Rev. 20. São José dos Campos: [s.n.], 2020.

FOWLER, Derek; LE GALO, Gilles; PERRIN, Eric; THOMAS, Stephen. So it's reliable but is it safe? A more balanced approach to ATM safety assessment. *In: USA/EUROPE ATM R&D SEMINAR, 7., 2007, Barcelona. Proceedings [...]*. Brussels: The European Organisation for Safety of Air Navigation, 2007. p. 114-124. Disponível em:

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7ac9695832f44758663b431082ca89c9f87b7b16>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ICAO. **Manual on Implementation of a 300 m (1000 ft) Vertical Separation Minimum Between FL 290 and FL 410 Inclusive**. 2 ed. Montreal, QB: International Civil Aviation Organization, 2002. Disponível em: <https://skylibrarys.files.wordpress.com/2016/07/doc-9574-rvsm-manual.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2024.

JELINEK, Frank; CARLIER, Sandrine; SMITH, James; QUESNE, Agnès. **The EUR RVSM implementation Project-Environmental Benefit Analysis**. Brétigny-sur-Orge: The European Organisation for Safety of Air Navigation, 2002. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=fb1dbc514932e23937dba8ab9d9f03ffff5cff19>. Acesso em: 27 fev. 2024.

LACERDA, Leandro; GENARO, Mariane Regina Camargo; ZIOLI, Eline Gomes de Oliveira. A logística do transporte de órgãos para transplante no Brasil. **Revista NEADS**, [S.l.], v. 1, n. 1, 2020. Disponível em: <http://neads.btv.ifsp.edu.br/ojs/index.php/revneads/article/download/18/5>. Acesso em: 27 fev. 2024.

LOVEGREN, Jonathan; HANSMAN, Robert John. **Estimation of potential aircraft fuel burn reduction in cruise via speed and altitude optimization strategies**. Cambridge, MA: MIT International Center for Air Transportation, 2011. Disponível em: https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/62196/lovegren_icat-2011.pdf?sequence=1. Acesso em: 27 fev. 2024.

MARQUES, Diego Ribeiro; CAMERA, Diana Soledade do Lago; MALAGRIS, Lúcia Emmanoel Novaes. Transporte de órgãos vitais-missão gratificante e desafiadora. **Revista Conexão SIPAER**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 36-41, 2023. Disponível em: <http://104.236.28.163/index.php/sipaer/article/viewFile/785/559>. Acesso em: 27 fev. 2024.

MIYAMARU, Delfim O. Tendências na evolução dos sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo no Brasil. *In*: SIMPÓSIO DE TRANSPORTE AÉREO, 7., 2008, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. São José dos Campos: Sociedade Brasileira de Pesquisa em Transporte Aéreo, 2008. Disponível em: <https://cabecadepapel.com/sites/viisitraer2008/pdf/p02.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2024.

PINTO, Nelson Guilherme Machado; CORONEL, Daniel Arruda. Eficiência e eficácia na administração: proposição de modelos quantitativos. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, [S.l.], v. 6, n. 11, p. 107-130, 1 ago. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.30681/ruc.v6i11.1727>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SILVA, André Luis Alvea da; JESUS, Layse Santana; SILVA, Beatriz Andrade; BRAZ, Maria José. O cenário atual e as dificuldades encontradas no transporte de órgãos no Brasil. *In*: FATECLOG, 10., 2019, Guarulhos. **Anais [...]**. Guarulhos: Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo, 2019. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2019/O%20CEN%20C3%81RIO%20ATUAL%20E%20AS>

%20DIFICULDADES%20ENCONTRADAS%20NO%20TRANSPORTE%20DE%20%
C3%93RG%C3%83OS%20NO%20BRASIL.pdf. Acesso em: 27 fev. 2024.

U-100 Phenom se destaca no transporte de órgãos para doação. **Revista Asas**, São Paulo, 21 abr. 2023. Disponível em: <https://www.edrotacultural.com.br/u-100-phenom-se-destaca-no-transporte-de-orgaos-para-doacao>. Acesso em: 27 fev. 2024.