



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2020

RAPHAEL RIBEIRO NOGUEIRA BARBOSA, Cap Av

**AUTOMATIZAÇÃO DOS REPORTES DE GRANDE DESVIO DE
ALTITUDE NO ESPAÇO AÉREO RVSM DAS REGIÕES DO CARIBE E
DA AMÉRICA DO SUL**

Rio de Janeiro

2020

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2020

RAPHAEL RIBEIRO NOGUEIRA BARBOSA, Cap Av

**AUTOMATIZAÇÃO DOS REPORTES DE GRANDE DESVIO DE
ALTITUDE NO ESPAÇO AÉREO RVSM DAS REGIÕES DO CARIBE E
DA AMÉRICA DO SUL**

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

Área de Concentração: Administração e Gestão.

Orientador: Carlos Eduardo José da Silva,
Maj Esp Av

Rio de Janeiro

2020

RAPHAEL RIBEIRO NOGUEIRA BARBOSA, Cap Av

**AUTOMATIZAÇÃO DOS REPORGES DE GRANDE DESVIO DE
ALTITUDE NO ESPAÇO AÉREO RVSM DAS REGIÕES DO CARIBE E
DA AMÉRICA DO SUL**

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

Aprovado por:

Wellington Azevedo dos Santos - Maj Inf
EAOAR

Carlos Eduardo José da Silva - Maj Esp Av
EAOAR

Professor MSc André da Costa Gonçalves
EAOAR

Rio de Janeiro
Julho de 2019

RESUMO

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) assumiu, em 2002, por meio da criação da Agência Regional de Monitoração das Regiões do Caribe e da América do Sul (CARSAMMA), a monitoração do espaço aéreo de Separação Vertical Mínima Reduzida (RVSM - *Reduced Vertical Separation Minimum*) das regiões do Caribe e da América do Sul (CAR/SAM - *Caribbean and South American*). Diante deste compromisso, compete à CARSAMMA zelar, por intermédio da modernização de seus sistemas, pela segurança operacional dos 90 milhões de quilômetros quadrados sob sua responsabilidade. Neste contexto, em face da importância do assunto, este ensaio defende que o desenvolvimento de um sistema automatizado de reportes de Grande Desvio de Altitude (LHD - *Large Height Deviation*) proporciona benefícios essenciais ao incremento da segurança operacional. A automatização diminui a carga de trabalho do controlador de voo, devido à mitigação do desvio de atenção causado por atividades secundárias. Outro ponto relevante é o fato da automatização produzir uma Análise do Risco de Colisão Vertical (ARCV), principal produto da CARSAMMA, mais precisa e confiável, tendo em vista a consecução de uma base de dados mais segura, coerente, com menor intervenção humana e integrada ao Sistema Avançado de Gerenciamento de Informações de Tráfego Aéreo e Relatório de Interesse Operacional (SAGITÁRIO). Ante o apresentado, verifica-se que adotar um sistema desta natureza implica, à Força Aérea Brasileira (FAB), salvaguardar vidas, mitigar falhas, modernizar processos e incrementar a segurança operacional, mantendo o Brasil no mais alto patamar de excelência dos serviços prestados à comunidade aeronáutica.

Palavras-chave: Automatização. Carga de Trabalho. Risco de Colisão Vertical.

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2002, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), em reunião do Grupo Regional de Planejamento e Implementação para as Regiões CAR/SAM (GREPECAS - *Caribbean and South American Regional Planning and Implementation Group*), sob homologação da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), assumiu, como compromisso de Estado, a criação, provendo recursos operacionais, técnicos e humanos, da Agência Regional de Monitoração das Regiões do Caribe e da América do Sul (CARSAMMA).

A CARSAMMA tem por finalidade, dentre outras atribuições, monitorar o espaço aéreo de Separação Vertical Mínima Reduzida (RVSM - *Reduced Vertical Separation Minimum*), que se estende do nível de voo 290 ao 410, por meio da coleta dos reportes de Grande Desvio de Altitude (LHD - *Large Height Deviation*), elaborando, anualmente, uma Análise do Risco de Colisão Vertical (ARCV) que fundamenta parte das estratégias de segurança operacional dos 29 países sob sua supervisão.

O LHD é um formulário de relato descritivo, com 22 campos, preenchido pelo controlador de voo (ATCO - *Air Traffic Controller*), de qualquer erro operacional e/ou técnico que apresente um desvio vertical de 90 metros (300 pés) ou mais com relação ao nível de voo que deveria ser ocupado pela aeronave. Dentre os reportes mais comuns destacam-se: erros de coordenação entre órgãos de controle de tráfego aéreo (ATC - *Air Traffic Control*), aeronaves que sobrevoam o espaço aéreo RVSM e que não estão homologadas, subidas ou descidas não autorizadas, desvios de formações meteorológicas não coordenados e avisos de resolução *Traffic Collision Avoidance System* (TCAS).

De forma a considerar os avanços da tecnologia da informação (TI), a possibilidade de integração dos reportes de LHD com outros sistemas, os estudos da futura redução das separações, verticais e horizontais, entre aeronaves, os investimentos do DECEA na qualidade dos serviços prestados e o avanço do movimento aéreo mundial, verifica-se que o desenvolvimento de um sistema automatizado de reportes de Grande Desvio de Altitude (LHD) proporciona benefícios essenciais ao incremento da segurança operacional no espaço aéreo RVSM.

Em um ambiente complexo, dinâmico e caracterizado pela multiplicidade de informações no qual o ATCO encontra-se imerso, torna-se essencial proporcionar meios ao bom desempenho de suas atribuições, eliminando tarefas que causem distrações e podem ser automatizadas. Ao considerar as particularidades deste serviço, os erros resultantes devido à inadequada carga de trabalho podem atentar diretamente contra a segurança operacional. Nesta circunstância, a automatização dos reportes de LHD contribui, positivamente, ao aumento da atenção do controlador em sua atividade fim, mitigando, conseqüentemente, a sobrecarga de trabalho.

Adicionalmente, a automatização dos reportes de LHD propicia uma Análise do Risco de Colisão Vertical mais precisa e confiável, tendo em vista a produção de uma base de dados mais segura, coerente, transparente, integrada e com reduzida interferência humana.

A relevância dos benefícios são enaltecidas ao verificar que, no Brasil, a automatização do Sistema Avançado de Gerenciamento de Informações de Tráfego Aéreo e Relatórios de Interesse Operacional (SAGITARIO), reduziu a carga de trabalho de controladores e diversas análises complexas foram otimizadas, proporcionando um tráfego aéreo mais seguro, ordenado e fluido.

2 O IMPACTO DO CNS/ATM NA CARSAMMA

Em 1996, a ICAO propôs, em face do crescente fluxo aéreo mundial, o conceito *Global Air Navigation Plan to Communications, Navigation, Surveillance and Air Traffic Management* (CNS/ATM) que traduz-se, em âmbito geral, na aplicação ostensiva de tecnologias satelitais, comunicações digitais, gestão estratégica operacional e sistemas integrados automatizados.

A partir do CNS/ATM, diversos esforços, por parte do DECEA, foram e vêm sendo mobilizados, dentre os quais se destaca o desenvolvimento de sistemas, como o *software* SAGITARIO, que não admitem falhas, envolvendo recursos de ponta que, quando automatizados e integrados, corroboram o incremento da segurança operacional. Neste âmbito, o tema deste ensaio é um dos reflexos do conceito CNS/ATM.

Ao longo do ano, a CARSAMMA recebe, via *email*, por meio de planilhas padronizadas, 33.000 dados relativos aos reportes de LHD que, após serem validados por técnicos especializados, juntam-se ao total de movimentos aéreos do

ano, na ordem de 4.1 milhões, a fim de fornecer os subsídios necessários à ARCV que é apresentada, por meio de *papers*, à comunidade aeronáutica, em reuniões internacionais, com intuito de balizar as ações, por parte dos 29 países envolvidos, de combate à colisão vertical entre aeronaves.

Contudo, nota-se que o processo empregado, diante da importância e da quantidade de informações manipuladas, carece de um sistema integrado automatizado, conforme o conceito CNS/ATM, proporcionando maior adequação da carga de trabalho do ATCO e evolução da ARCV.

2.1 Redução da carga de trabalho do controlador de voo

Nas regiões CAR/SAM, após diversos incidentes e acidentes aéreos, constatou-se a influência da carga de trabalho nas atribuições do ATCO. No Brasil, por exemplo, a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 63-33 orienta as ações no tocante à carga de trabalho (BRASIL, 2020) que, de acordo com Seligmann-Silva (1994), são as exigências cognitivas, emocionais e físicas para executar determinada tarefa.

A carga de trabalho, dentro dos órgãos ATC (controle de área, controle de aproximação e torre), sofre influência de fatores humanos, técnicos e organizacionais, dentre estes, o desvio de atenção contribui à sobrecarga de trabalho. James (1890) definiu atenção como a capacidade de concentração e foco em uma atividade específica, afastando-se de tarefas secundárias.

No tráfego aéreo, a atenção do ATCO aos procedimentos treinados em solo, nas diversas fases do voo (decolagem, subida, nivelamento, descida, pouso e arremetida), gera uma sequência de procedimentos sistematizados que, segundo Abrahão *et al.* (2009), quando desordenados pelo desvio de atenção, demonstram acréscimo da carga de trabalho e queda de produtividade.

Corroborando o assunto, o Manual do Comando da Aeronautica (MCA) 63-15 afirma:

Um controlador sobrecarregado pode apresentar dificuldade em manter a consciência situacional, negligenciar uma situação insegura em desenvolvimento, cometer erros de julgamento, tornar-se confuso e ser incapaz de lidar com um súbito aumento da carga de trabalho. (BRASIL, 2012, p.41).

Majumdar *et al.* (2005) demonstraram que a correta quantificação da carga de trabalho é relevante e elucidaram o impacto das novas tecnologias nas funções do

ATCO, uma vez que algumas atribuições serão descartadas e/ou realocadas. Reforçando o assunto, Massumi (2007) mostrou que a automatização contribui à diminuição dos riscos latentes.

A relevância deste benefício é valorizada ao verificar que, em âmbito mundial, o desenvolvimento de sistemas automatizados que reduziram a carga de trabalho do controlador, por meio da mitigação de desvios de atenção, contribuiu, significativamente, à redução de acidentes aéreos (ICAO, 2009).

Diante do exposto, em um cenário dinâmico, com pouca margem de erro e diversas variáveis que interferem na atenção e, conseqüentemente, na carga de trabalho do ATCO, a automatização dos reportes de LHD contribui à diminuição deste empecilho, à segurança, à operacionalidade e à fluidez do tráfego aéreo. Quanto menor as influências desnecessárias, mais fácil e seguro o desenvolvimento das ações por parte do controlador de voo.

2.2 Melhoria da análise do risco de colisão vertical

Um sistema automatizado que permita uma melhoria da análise do risco de colisão vertical é considerado uma evolução da segurança operacional nas regiões CAR/SAM. Para Stair e Reynolds (2002) um sistema eficaz é uma série de elementos interdependentes constituída de recursos humanos e de rotinas automatizadas que coletam, processam e divulgam informações, a fim de produzir análises coerentes, em tempo hábil, aos interessados.

Billings (1991) afirma que melhores análises são realizadas por sistemas integrados automatizados capazes de reduzir trabalhos desnecessários e de produzir dados categóricos. A possibilidade de utilização de rotinas automáticas, com pouca intervenção humana, e de uma base de dados mais confiável, coerente, segura, transparente e integrada são algumas das vantagens sobre o atual modelo de coleta, processamento e análise dos LHD no espaço aéreo RVSM.

Contribuindo à exposição, é possível que a atual ARCV, das regiões CAR/SAM, encontre-se subdimensionada, uma vez que o preenchimento do reporte de LHD depende da iniciativa do ATCO, ou seja, se o controlador de voo verificar um erro e não reportá-lo à CARSAMMA, perdem-se insumos essenciais à análise de risco. Um sistema integrado automatizado eliminaria este óbice devido à mitigação da interferência humana na produção de dados relevantes.

Conforme ICAO (2019a), os dados coletados dos reportes de LHD são elementos fundamentais à consecução do Nível Tolerado de Segurança (TLS - *Target Level of Safety*) que reflete, em termos numéricos, o risco de colisão vertical no espaço aéreo RVSM. O TLS desejável, em cada país das regiões CAR/SAM, não deve exceder a ordem de 5 vítimas fatais, por cada 1 bilhão de horas voadas, no período de 1 ano.

Em 2019, por exemplo, verificou-se, mediante análise e dados da CARSAMMA, que o TLS estava demasiadamente alto em Curaçao, República Dominicana, Bolívia, Equador, Paraguai e Venezuela, sobretudo, por falhas de coordenação de transferência de tráfego entre Regiões de Informação de Voo (FIR - *Flight Information Region*) adjacentes, ausência de cobertura radar em alguns pontos e expressivo número de aerovias de duplo sentido (ICAO, 2019b). Diante do TLS apresentado, os países envolvidos, incluindo o Brasil, adotaram medidas mitigadoras no intuito de reduzir o risco de colisão vertical.

Nesta conjuntura, a automatização traz vantagens essenciais, por meio da melhoria da coleta de dados e da redução da intervenção humana nos processos, ao desenvolvimento da análise do risco de colisão vertical. Um sistema de reportes automáticos não só contribui à captação, à integração, ao processamento de dados e à melhoria da ARCV, mas coloca o Brasil na vanguarda da inovação, já que outras agências similares à CARSAMMA, exceto a norte-americana, não possuem um sistema desta magnitude.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os reportes de LHD são insumos necessários à análise do risco de colisão vertical no espaço aéreo RVSM e com influência na atividade fim do controlador de voo, ou seja, interferem na segurança operacional da atividade aérea. No tocante à CARSAMMA, nota-se que, apesar de todo potencial dos recursos humanos alocados, influência no cenário nacional e internacional, conceito CNS/ATM e constantes avanços da TI, algumas ferramentas operacionais necessitam ser desenvolvidas, entre elas a automatização dos reportes de LHD. Com base neste cenário, cabe salientar que o desenvolvimento de um sistema automatizado de reportes de LHD proporciona benefícios essenciais ao incremento da segurança operacional no espaço aéreo RVSM.

Como visto, a atenção do controlador deve estar voltada para sua atividade fim. A carga de trabalho deve ser reduzida e/ou adequada por meio da mitigação de atividades desnecessárias e que podem ser automatizadas, como o preenchimento e envio de formulários dos reportes de LHD.

Adicionalmente, a utilização de um sistema integrado automatizado possibilita, graças às diversas vantagens do emprego de sólidos bancos de dados e da diminuição da intervenção humana, uma melhoria da análise do risco de colisão vertical que impacta, diretamente, as ações mitigadoras de 29 países.

Por fim, conclui-se o presente trabalho com o parecer de que a automatização dos reportes de LHD consiste em significativo avanço à CARSAMMA, à Força Aérea Brasileira e ao Brasil na busca pela excelência dos serviços prestados, liderança internacional, pioneirismo e credibilidade. A modernização implicará no aumento da produtividade, da motivação, da qualidade do serviço e do foco dos controladores de voo e incorrerá, também, na melhoria da captação dos erros cometidos no espaço aéreo RVSM, na simplificação de processos, na maior integração de dados e no aperfeiçoamento das estratégias de combate à colisão aérea.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. *et al.* **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Edgar Blucher, 2009.

BILLINGS, C. E. **Human-centered aircraft automation**: A concept and guidelines. National Aeronautics and Space Administration Technical Memorandum. 1991. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2060/19910022821>. Acesso em: 30 jun. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 109/DGCEA, de 10 de setembro de 2012. Aprova a edição do manual que trata dos fatores humanos no gerenciamento da segurança operacional no SISCEAB (MCA 63-15). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 184, f. 6984, 25 set. 2012.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 248/DGCEA, de 26 de dezembro de 2019. Aprova a reedição da instrução que trata do horário de trabalho do pessoal ATC, COM, MET, AIS, SAR e OPM (ICA 63-33). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 46, f. 3472, 19 mar. 2020.

ICAO. International Civil Aviation Organization. DOC 9937. **Operating Procedures and Practices for Regional Monitoring Agencies in Relation to the Use of a**

300m (1000 ft) Vertical Separation Minimum Between FL290 and FL410 Inclusive. Montreal, 2019a.

ICAO. International Civil Aviation Organization. DOC 9859. **Safety Management Manual.** Montreal, 2009.

ICAO. International Civil Aviation Organization. **Final Report CAR/SAM Planning and Implementation Regional Group Scrutiny Working Group Meeting.** Barranquilla, Colômbia, 2019b.

JAMES, W. **The principles of psychology.** New York: Holt, 1890.

MAJUMDAR, A. *et al.* En-route Sector Capacity Estimation Methodologies: an International Survey. **Journal of Air Transport Management.** n. 11, p. 375-387, nov. 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969699705000396>. Acesso em: 30 jun. 2019.

MASSUMI, A. C. **Tecnologias de Navegação Aérea por GNSS e DGNS para Operação CNS/ATM:** Aplicações para o Brasil. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Eletrônica e Computação, Instituto Tecnológico Aeronáutico, ITA, São José dos Campos, SP, 2007. Disponível em: <http://www.bdita.bibl.ita.br>. Acesso em: 05 jul 2019.

SELIGMANN-SILVA, E. **Desgaste mental no trabalho dominado.** Rio de Janeiro: UFRJ; São Paulo: Cortez Editora, 1994.

STAIR, R. M.; REYNOLDS, G. W. **Princípios dos Sistemas de Informação.** Rio de Janeiro: LTC, 2002.