



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

VITOR **KALKI** DE FRANÇA SILVA, Cap Av

A Gestão de Fadiga nos voos *Ultra-Long Haul* e a eficiência do 2º/2º GT

Rio de Janeiro

2025

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

VITOR KALKI DE FRANÇA SILVA, Cap Av

A Gestão de Fadiga nos voos *Ultra-Long Haul* e a eficiência do 2º/2º GT

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola 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: Thiago Godinho Vieira, Maj Av

Rio de Janeiro

2025

VITOR KALKI DE FRANÇA SILVA, Cap Av

A Gestão de Fadiga nos voos *Ultra-Long Haul* e a eficiência do 2º/2º GT

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

Aprovado por:

Presidente, Thiago Godinho Vieira, Maj Av - EAOAR

Ísis Beltrão Pereira, Cap Int - EAOAR

Rio de Janeiro

2025

RESUMO

A aquisição das aeronaves KC-30 pela Força Aérea Brasileira (FAB), em 2022, ampliou a capacidade de transporte estratégico e viabilizou voos *Ultra-Long Haul* (ULH), com jornadas superiores a 16 horas. No entanto, a legislação vigente da FAB ainda não define com clareza os limites operacionais e as ações mitigadoras necessárias para garantir a segurança dessas missões, evidenciando a necessidade de atualização normativa. Diante disso, defende-se a tese de que a implementação de um *Fatigue Risk Management System* (FRMS), voltado para os voos ULH do 2º/2º GT, permitirá maior eficiência nas operações. O FRMS permite uma gestão estruturada da fadiga, melhora a tomada de decisão, reduz riscos à segurança e eleva o desempenho da tripulação, em conformidade com o que foi demonstrado por estudos científicos e dados fisiológicos. Ademais, ao diminuir a necessidade de pousos intermediários, observa-se a otimização dos processos e a redução de custos operacionais. Tal sistema representa uma ruptura com o modelo prescritivo tradicional ao adotar uma abordagem baseada em risco, permitindo a operação segura, com maior flexibilidade e eficiência nas operações. Assim sendo, percebe-se que tal sistema poderia ser utilizado nas demais unidades aéreas da FAB, de forma a cumprir, com segurança e eficiência, algo que não esteja inicialmente previsto na legislação vigente.

Palavras-chave: jornada de voo; fadiga; eficiência; KC-30.

1 INTRODUÇÃO

Em 2022, a Força Aérea Brasileira (FAB) adquiriu duas aeronaves Airbus A330-200, designadas como KC-30 e incorporadas ao 2º Esquadrão do 2º Grupo de Transporte (2º/2º GT), ampliando significativamente a capacidade nacional de transporte estratégico. A complexidade da operação dessa aeronave, em razão de seu porte, autonomia e automação, evidenciou a necessidade de atualização das normas vigentes para adequação à nova realidade operacional.

O KC-30 é a única aeronave da FAB que possui a capacidade de realização de voos de Ultra-Longa duração, denominados *Ultra-Long Haul* (ULH), por possuir autonomia máxima de aproximadamente 20 horas de voo. A norma que versa sobre Fadiga de Voo no âmbito do Comando de Preparo (NOPREP SGV 01E), prevê que, em caso de extrapolação da jornada máxima prevista, “a Unidade Aérea operadora submeterá o planejamento da missão, acompanhado de uma análise de risco e ações mitigadoras, para apreciação [...]” (Brasil, 2024a, p. 149). Ao analisar essa legislação, nota-se que o KC-30 realizou, por vezes, jornadas superiores ao limite máximo estabelecido. No entanto, a norma não define com clareza qual é esse limite nem quais medidas mitigatórias devem ser adotadas para um gerenciamento eficaz da fadiga, revelando uma lacuna nas regulamentações vigentes.

Nos últimos anos, o 2º/2º GT participou de inúmeras missões de destaque (repatriação em Israel e Líbano e apoios à Presidência da República), as quais, em sua maioria, foram realizadas por meio de voos de longa duração, que ultrapassaram os limites estabelecidos de jornada de voo, sem a adoção de medidas adequadas para mitigar os riscos associados à fadiga.

De acordo com a Organização Internacional da Aviação Civil (*International Civil Aviation Organization* – ICAO), uma solução adotada para a regularização das operações ULH, voos que excedem os limites definidos, é a implementação de um *Fatigue Risk Management System* (FRMS) que permite superar os limites regulatórios estabelecidos por meio de um gerenciamento eficaz da fadiga (ICAO, 2016).

Nesse sentido, este trabalho defende que a implementação de um FRMS voltado para os voos ULH do 2º/2º GT permitirá maior eficiência nas operações. Tal regulamentação promove a melhoria do desempenho dos tripulantes, possibilitando um processo decisório eficaz e reduzindo os riscos à segurança por meio de uma gestão de fadiga estruturada. Ademais, ao diminuir a necessidade de pousos intermediários, observa-se a otimização dos processos e a redução dos custos operacionais. Por ser moderna e flexível, essa regulamentação representa uma ruptura com o paradigma prescritivo tradicional da jornada de voo, baseando-se na gestão de risco, em evidências científicas e em dados fisiológicos.

2 GESTÃO DE FADIGA E A EFICIÊNCIA DO 2º/2º GT

As aeronaves KC-30 possuem elevada capacidade operacional, que desafia as tripulações e permite grande eficiência no cumprimento das missões. De forma a possibilitar um melhor gerenciamento de fadiga durante os voos ULH, Caldwell *et al.* (2009) apresentam o FRMS como uma alternativa regulatória que permite maior flexibilidade nas operações, devendo ser balizado por fatores fisiológicos e operacionais. Nesse contexto, o correto gerenciamento da tripulação surge como ponto de interesse, visando a melhorar principalmente o gerenciamento de fadiga, reduzindo-se os riscos à atividade aérea. Um dos benefícios da implementação de um FRMS é a melhora de desempenho do ser humano nas atividades diretamente relacionadas com o voo. Tal desempenho é denominado aspecto operacional do fator humano, de acordo com o MCA 3-3 (Manual de Prevenção do SIPAER) (Brasil, 2012).

A implementação de um FRMS possibilita, ainda, a economia de recursos materiais, humanos e financeiros. Esse ponto é observado, principalmente, pela possibilidade de serem reduzidas as quantidades de pousos intermediários e, em consequência, o tempo de voo, o desgaste de material e os gastos com *handling*, o que possibilita, também, melhor gerenciamento de recursos humanos. Além da economia de recursos, tal sistema permitiria uma otimização de processos, garantindo, assim, melhor eficiência nas operações do 2º/2º GT.

2.1 ASPECTO OPERACIONAL DO FATOR HUMANO

Segundo Kahneman (2012), há dois sistemas no cérebro humano que agem e controlam suas ações: o “sistema 1”, utilizado para respostas mais automáticas, e o “sistema 2”, que exige esforço e é acionado quando a resposta automática precisa ser substituída. Quando estamos cansados, ou quando o “sistema 2” está ocupado, é mais provável que cometamos erros, pois o processo de tomada de decisão acaba sendo comprometido.

De acordo com Mallis, Banks e Dinges (2010), fadiga é definida como:

[...] uma diminuição no desempenho ou na capacidade de desempenho em função do tempo na tarefa. [...] a fadiga humana é influenciada de forma dinâmica por mecanismos neurobiológicos bem descritos de regulação da necessidade de sono e dos ritmos circadianos endógenos, que interagem de maneira não linear para produzir alterações na vigilância e no desempenho cognitivo humano ao longo do tempo (Mallis; Banks; Dinges, 2010, p. 401-402).

Nesse contexto, o cansaço está intimamente ligado à fadiga, tornando-a um elemento prejudicial no processo de tomada de decisões. Os voos de longa duração, sob a ótica de Mallis, Banks e Dinges (2010), desafiam as capacidades dos tripulantes em manter sua performance

durante longos períodos. A melhor maneira de mitigar os efeitos da fadiga, conforme os autores, seria possibilitar mais oportunidades de sono a bordo da aeronave, evitando extensos períodos de vigília. Os voos com longas jornadas, mais especificamente os que ultrapassem 16 horas de operação, são classificados como *Ultra-Long Haul* e merecem ser tratados com cautela, visto que, segundo Goode (2003), a probabilidade de ocorrência de um acidente aéreo aumenta proporcionalmente ao aumento da jornada de voo, identificando como possível causa um mau gerenciamento da fadiga.

Por outro lado, quando a fadiga é bem gerenciada, na perspectiva de Gander *et al.* (2013), durante os voos de longa duração, é possível permitir um descanso efetivo para a tripulação, garantindo-lhe melhor desempenho.

Sob a ótica de Caldwell *et al.* (2009), para um melhor gerenciamento de fadiga, podem ser utilizadas algumas estratégias. Dentre elas, destacam-se o treinamento/educação das tripulações a respeito dos riscos para a aviação, a implementação de um *Fatigue Risk Management System* (regulamentação utilizada para medir, mitigar e gerenciar o risco de fadiga) e o *feedback* constante por parte da tripulação. Esse autor também apresenta alguns pontos importantes para um melhor gerenciamento das operações ULH, sendo alguns deles: estabelecimento de períodos de repouso obrigatório em voo, identificação do melhor horário de decolagem, informar a tripulação do voo com antecedência e avaliar possíveis readequações do cronograma previsto para a realização do voo. Um FRMS bem estruturado possibilita a gestão eficiente da fadiga e assegura a operação segura da aeronave em voos ULH.

Um melhor gerenciamento da fadiga pode fazer a pessoa se sentir menos cansada e, conseqüentemente, mais apta a tomar melhores decisões, conforme exposto por Kahneman (2012). Melhores decisões influenciam diretamente no aspecto operacional do fator humano, possibilitando um melhor desempenho nas atividades diretamente relacionadas com o voo. À luz do MCA 3-3, existem alguns tipos de perigo considerados operacionais, dos quais podemos destacar a má preparação para o voo, a ausência de procedimento padronizado, os erros de julgamento e os problemas com aplicação de comandos (Brasil, 2012). Todos os perigos supracitados afetam a capacidade de tomada de decisão da tripulação e poderiam ser mitigados com uma regularização de procedimentos e uma gestão de fadiga eficiente, fazendo com que a implementação de um FRMS venha a se apresentar como uma forma viável e efetiva para reduzir os riscos relacionados ao aspecto operacional do fator humano e, conseqüentemente, contribuir para a segurança das operações.

Por mais que a aviação preze primorosamente pela segurança de voo, este não é o único fator a ser levado em consideração para a melhor tomada de decisão por parte dos órgãos

superiores. O Comando de Operações Aeroespaciais e o Comando de Preparo, como órgãos gerenciais da FAB, buscam constantemente melhorar a eficiência nas operações do 2º/2º GT e otimizar os processos utilizados.

2.2 OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS E GESTÃO DE RECURSOS

À luz do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER), um dos objetivos estratégicos da FAB é garantir que os Meios de Força Aérea estejam sempre prontos para ser empregados (Brasil, 2024b). Nesse contexto, ao regular a realização dos voos ULH do KC-30, a implementação de um FRMS aumenta significativamente a prontidão do 2º/2º GT, pois possibilita a realização de voos até o limite máximo de autonomia da aeronave, atingindo grande parte do território global de forma mais rápida e eficiente. Segundo Caldwell (2006), a realização de voos ULH beneficia os passageiros, ao permitir tempos de viagens mais curtos (menos escalas), e geram vantagens para as companhias aéreas por meio da redução dos custos de combustível e manutenção.

Considerando que a FAB e as companhias aéreas prezam pela economia de recursos, a realização dos voos ULH mostra-se factível e até aconselhável sempre que houver necessidade. A aplicação prática dessa necessidade, decorrente da possibilidade de voos mais longos e menor demanda por escalas, foi pontuada por Bauer, Bloch e Merkert (2020), ao destacar que os voos de repatriação se tornaram mais fáceis de ocorrer, evitando negociações e a necessidade de autorizações de pouso em mais países, além do que seria minimamente necessário.

Nos últimos anos, as missões de apoio humanitário têm ocupado um papel significativo nas operações do 2º/2º GT, destacando-se o transporte de equipes para auxiliar no resgate das vítimas do terremoto na Turquia e a participação nas campanhas de repatriação de brasileiros em Israel e no Líbano. Durante a realização deste tipo de missão, o tempo é fator primordial para a chegada do auxílio à população que foi lesada (Turquia) ou para a retirada de civis da zona de conflito (Israel e Líbano). Em ambos os casos, a prontidão da FAB está diretamente relacionada à quantidade de vidas a serem salvas.

Comparando com a realidade operacional da FAB, a citação de Bauer, Bloch e Merkert (2020) se mostra bastante pertinente, também, para a realização de voos presidenciais. Nesse cenário, a diminuição no número de pousos pode ser benéfica para as relações diplomáticas bilaterais ao reduzir o tempo de deslocamento entre dois Estados e diminuir a burocracia envolvida nesse tipo de missão ao exigir menos negociações e autorizações de sobrevoos.

De acordo com o PEMAER, entre as diretrizes para Governança Institucional, é prevista a implementação de ações que contribuam para a melhoria dos processos, que devem se tornar mais eficientes, reduzindo custos e minimizando erros, visando alcançar os objetivos organizacionais (Brasil, 2024b). A implementação de um FRMS, permitindo a realização de voos ULH, leva ao aprimoramento dos processos e aumenta a eficiência na utilização de recursos. Com a redução de um pouso intermediário, temos duas consequências claras, além da redução do tempo total de deslocamento. São elas: a redução em custos de manutenção e a redução de gastos com *ground handling*, ambos decorrentes da menor quantidade de pousos.

Os serviços de manutenções programadas no trem de pouso são descritos por Ghobbar (2010) geralmente ocorrendo por três diferentes razões: ao expirar o tempo de utilização, ao atingir a quantidade máxima de ciclos (recolhimento e abaixamento) ou ao atingir a quantidade máxima de pousos. Normalmente, a quantidade de ciclos aumenta juntamente com a quantidade de pousos realizados. Portanto, a realização de uma inspeção programada poderá ser antecipada caso haja um aumento da quantidade de ciclos e pousos da aeronave; reduzindo a quantidade de pousos, o intervalo entre as inspeções poderá ser aumentado acarretando menor gasto de recursos materiais por parte da administração.

A menor quantidade de pousos também pode representar maior economia de recursos financeiros ao reduzir a necessidade de serviços de *ground handling*, os quais incluem vários tipos de assistência requerida por uma aeronave enquanto está no solo, e a preparam para a próxima decolagem. Segundo Long (2024), tais serviços são fundamentais e representam, mundialmente, um dos maiores gastos para as companhias aéreas, juntamente com outras taxas aeroportuárias.

Caldwell *et al.* (2009) afirma que na Força Aérea e Marinha dos EUA são utilizadas tripulações de revezamento para evitar a fadiga das tripulações durante os voos, possibilitando a realização de longas jornadas. Como exemplo, o autor cita que algumas jornadas específicas podem atingir até 44 horas, dependendo da aeronave e da missão a ser executada.

Desta forma, a quantidade de tripulantes e definição do limite de jornada são importantes e devem ser abarcadas no FRMS, permitindo fazer as definições prévias de acordo com a jornada prevista a ser realizada. Tal gerenciamento permitirá uma alocação ótima de tripulantes para a missão, possibilitando uma melhor gestão dos recursos humanos.

Segundo o Livro Branco de Defesa Nacional (Brasil, 2020), a FAB deve garantir um processo de melhoria contínua e aumentar a efetividade dos recursos empregados. Assim sendo, percebe-se a importância da implementação de um FRMS nas operações ULH, de forma a buscar a melhoria contínua nos processos do 2º/2º GT, otimizando a utilização de recursos.

3 CONCLUSÃO

A aquisição das aeronaves KC-30 ampliou as capacidades da Força Aérea Brasileira, tendo possibilitado, também, a realização de voos *Ultra-Long Haul*. Tal evolução trouxe inúmeros benefícios e veio acompanhada de grandes desafios, dentre eles ressalta-se a necessidade de realizar uma eficiente gestão da fadiga das tripulações. Como evidenciado, a ausência de normas específicas para esses voos, somada às demandas de missões estratégicas como repatriações e apoios presidenciais, evidencia a necessidade de uma abordagem mais moderna e eficaz. Nesse viés, a implementação de um FRMS voltado para os voos ULH do 2º/2º GT permitirá maior eficiência nas operações.

Os benefícios do FRMS são claros tanto na melhora do desempenho da tripulação durante os voos, através de um melhor gerenciamento de fadiga, quanto na otimização dos processos e gestão dos recursos. Ao gerenciar a fadiga com base em estratégias práticas, a implementação do FRMS reduz os riscos associados ao cansaço, melhora a tomada de decisão e mantém elevado o desempenho dos tripulantes durante as operações. Além disso, ao permitir a realização de voos mais longos com segurança e com menos escalas, o FRMS desburocratiza processos e otimiza recursos materiais, humanos e financeiros, alinhando-se aos objetivos estratégicos da FAB de prontidão operacional e economicidade, em consonância com o que prevê o PEMAER e o Livro Branco de Defesa Nacional.

Portanto, a adoção de um FRMS pelo 2º/2º GT não apenas resolve as lacunas das normativas atuais, mas também moderniza a gestão de voos ULH, garantindo maior eficiência e segurança. Trata-se de uma quebra de paradigma que substitui limites rígidos por um modelo baseado em risco e evidências, essencial para que a FAB continue cumprindo suas missões com excelência, protegendo os interesses nacionais.

Pode-se perceber ainda que tal sistema é extremamente útil para todas as demais unidades aéreas da FAB, extrapolando a realização dos voos ULH do KC-30, podendo ser utilizado para qualquer outra operação que não esteja prevista na legislação vigente. A confecção e cumprimento do previsto em um FRMS permite maior flexibilidade e eficiência nas operações, mantendo-se níveis elevados de segurança de voo.

REFERÊNCIAS

- BAUER, L. B.; BLOCH, D.; MERKERT, R. Ultra Long-Haul: an emerging business model accelerated by COVID-19. **Journal of Air Transport Management**, v. 89, p. 101901, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699720304853>. Acesso em: 12 jun. 2025.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando de Preparo. Portaria COMPREP n° 1.590/SPOG-50, de 5 de agosto de 2024. Aprova a reedição da Coletânea de Normas do Comando de Preparo sobre Segurança de Voo e do Trabalho (NOPREP/SGV 01E). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 149, f. 12166, 07 ago. 2024a. Disponível em: http://www.cendoc.intraer/sisbca/bca_pdf/2024/bca_149_07-08-2024.pdf. Acesso em: 17 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria CENIPA n° 1/DAM, de 03 de dezembro de 2012. Aprova a edição do Manual da Prevenção do SIPAER. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 72, p. 116-148, 2012. Disponível em: http://www.cendoc.intraer/sisbca/bca_pdf/2013/bca_72_16-04-2013.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria EMAER n° 1.453/GC3, de 05 de junho de 2024. Aprova a edição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 107, p. 21-41, 2024b. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/Busca/Download?codigoArquivo=37409>. Acesso em: 10 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/livro_branco_congresso_nacional.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.
- CALDWELL, J. A. *et al.* Fatigue countermeasures in aviation. **Aviation, space, and environmental medicine**, Alexandria, v. 80, n. 1, p. 29-59, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19180856/>. Acesso em: 14 abr. 2025.
- CALDWELL, J. A. *et al.* The Effects of Ultra-Long-Range Flights on the Alertness and Performance of Aviators. **Ames Research Center**, Moffet Field, p. 1-32, 2006. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/20060024526>. Acesso em: 14 abr. 2025.
- GANDER, P. H. *et al.* In-flight sleep, pilot fatigue and Psychomotor Vigilance Task performance on ultra-long range versus long range flights. **Journal of sleep research**, [s.l.], v. 22, n. 6, p. 697-706, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jsr.12071>. Acesso em: 10 abr. 2025.
- GHOBBAR, A. A. Aircraft Maintenance Engineering. **Encyclopedia of Aerospace Engineering**, Kluwer, p. 1-13, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Adel-Ghobbar/publication/230271225_Aircraft_Maintenance_Engineering/links/6571b985fc4b416622a623a5/Aircraft-Maintenance-Engineering.pdf. Acesso em: 14 abr. 2025.

GOODE, J. H. Are pilots at risk of accidents due to fatigue? **Journal of safety research**, New York, v. 34, p. 309-313, 2003. Disponível em: <https://www.eurocockpit.eu/sites/default/files/Goode-2003.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2025.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches**. 2. ed., Montreal, 2016. Disponível em: <https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/Doc%209966.FRMS.2016%20Edition.en.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2025.

KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar**: duas formas de pensar. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

LONG, A. Negotiating Ground-Handling Agreements with destination airports. **Strategies for Sustainable Air Services Development**: An airline-destination collaborative approach, [s.l.], p. 182, 2024. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780429260681-9/negotiating-ground-handling-agreements-destination-airports-alastair-long>. Acesso em: 10 abr. 2025.

MALLIS, M.; BANKS, S.; DINGES, D. Aircrew fatigue, sleep need and circadian rhythmicity. **Human Factors in Aviation**, Boston, 2. ed., p. 401-430, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124201392000113>. Acesso em: 10 abr. 2025.