



**SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS – UEG
COORDENADORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DE ENSINO PRESENCIAL E DE PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA PÚBLICA**

PASCOAL MACHADO PERES

ANÁLISE DO FATOR HUMANO NA AVIAÇÃO PÚBLICA DO ESTADO DE GOIÁS

GOIÂNIA-GO

2025



PASCOAL MACHADO PERES

ANÁLISE DO FATOR HUMANO NA AVIAÇÃO PÚBLICA DO ESTADO DE GOIÁS

Trabalho apresentado como exigência para conclusão do Curso Especialização em Gerenciamento de Segurança Pública (CEGESP), pela Secretaria de Segurança Pública de Goiás e a Universidade do Estado de Goiás, sob a orientação do Prof. Me. Celso Faria de Souza

GOIÂNIA-GO

2025

ANÁLISE DO FATOR HUMANO NA AVIAÇÃO PÚBLICA DO ESTADO DE GOIÁS

ANALYSIS OF THE HUMAN FACTOR IN PUBLIC AVIATION IN THE STATE OF GOIÁS

Pascoal Machado Peres^{1*}
Celso Faria de Souza^{2**}

Resumo: Este estudo analisa o fator humano na aviação pública do Estado de Goiás, com foco na fadiga fisiológica dos tripulantes como ameaça à segurança operacional. A pesquisa parte do reconhecimento de que as normas atuais que regulam a aviação civil e militar não se aplicam integralmente às operações públicas, deixando lacunas no controle da jornada de trabalho e dos riscos associados à exaustão física e mental. A metodologia adotada envolveu análise documental de legislações (Lei do Aeronauta, RBACs da ANAC, normas da Força Aérea Brasileira), estudos de medicina aeroespacial e levantamento de acidentes aéreos com aeronaves estatais, além de artigos científicos. Os dados do CENIPA confirmam o fator humano como principal causa de acidentes entre 2015 e 2024. O estudo evidencia a ausência de regulamentação estadual específica e propõe a criação de um quadro próprio de profissionais da aviação pública, com normativas que considerem a fadiga, o ciclo circadiano e os riscos operacionais. A implementação dessa norma em Goiás poderá mitigar falhas humanas, aumentar a segurança de voo e servir de referência para outras unidades federativas. A proposta visa não apenas regulamentar, mas prevenir perdas humanas e materiais.

Palavras-chave: Fator Humano; Aviação Pública; Segurança Operacional; Fadiga; Goiás.

Abstract: This study analyzes the human factor in public aviation in the State of Goiás, focusing on crew physiological fatigue as a threat to operational safety. The research is based on the recognition that current regulations governing civil and military aviation do not fully apply to public operations, leaving gaps in the control of working hours and the risks associated with physical and mental exhaustion. The adopted methodology included documentary analysis of legislation (Aeronaut Law, ANAC's RBACs, and Brazilian Air Force standards), aerospace medicine studies, and a survey of air accidents involving state-operated aircraft, in addition to scientific articles. Data from CENIPA confirm the human factor as the leading cause of accidents between 2015 and 2024. The study highlights the absence of specific state regulation and proposes the creation of a dedicated cadre of public aviation professionals, with regulations that address fatigue, circadian rhythm, and operational risks. Implementing such a standard in Goiás could mitigate human errors, enhance flight safety, and serve as a reference for other federative units. The proposal aims not only to regulate but also to prevent human and material losses.

Keywords: Human Factor; Public Aviation; Operational Safety; Fatigue; Goiás.

* Graduado em Sistemas de Informação pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) em 2005, Gestor em Segurança Pública pela UEG em 2007, Bacharel em Direito pela ESUP em 2013, especialista em Direito Público pela UNICAM em 2016 e especialista em Direito Aeronáutico pela UNISUL em 2019.

** Graduado em Engenharia Aeronáutica pelo ITA em 2000, Mestrado em Matemática Aplicada pela UFG em 2018, possui diversos cursos na área aeronáutica (prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos e familiarização de aeronaves e motores). Perito criminal do estado de Goiás desde 2017, lotado inicialmente no Núcleo de Mineiros e posteriormente alocado para a Fundação da Seção de Engenharia Forense SENG.

1. INTRODUÇÃO

A aviação pública exerce papel estratégico nas operações de segurança, defesa civil e atendimento emergencial, exigindo alto grau de preparo técnico e físico dos profissionais envolvidos. Entre os fatores críticos que impactam a eficiência e a segurança dessas operações, o fator humano se destaca como um dos mais relevantes, especialmente no que se refere à fadiga fisiológica dos tripulantes. A ausência de normativas específicas voltadas ao gerenciamento da fadiga no âmbito da aviação pública do Estado de Goiás expõe lacunas regulatórias que colocam em risco não apenas os profissionais envolvidos, mas também a população atendida por tais operações.

Enquanto a legislação brasileira apresenta avanços no tratamento da fadiga humana para a aviação civil e militar, por meio da Lei do Aeronauta (Lei nº 13.475/2017), do RBAC nº 117 da ANAC e das normas internas da Força Aérea Brasileira, tais dispositivos não se aplicam integralmente aos órgãos estaduais que operam aeronaves em missões institucionais. O RBAC nº 90, por exemplo, que regulamenta a aviação pública, não trata de forma abrangente o risco fisiológico da fadiga, abordando o tema apenas de forma indireta no conteúdo de treinamentos.

Dessa forma, a presente pesquisa justifica-se pela necessidade de uma legislação estadual específica para o controle da fadiga na aviação pública de Goiás. Tal normatização é vital para garantir a segurança operacional, preservar vidas e otimizar o uso dos recursos públicos. A relevância científica reside na carência de estudos que abordem o fator humano em aeronaves estatais sob a ótica da fadiga, enquanto o valor institucional da proposta está na promoção de um serviço público mais seguro e eficiente.

O objetivo geral do estudo consiste em analisar a influência do fator humano nas operações aéreas públicas no Estado de Goiás, com foco na fadiga dos tripulantes. Especificamente, busca-se: (i) identificar as lacunas existentes na legislação vigente quanto à regulação da fadiga humana na aviação pública; (ii) mapear os principais riscos associados ao cansaço fisiológico dos operadores de voo; e (iii) propor diretrizes para a criação de um marco legal estadual.

A pesquisa utilizou abordagem qualitativa com caráter descritivo e exploratório, conforme proposta de Hedler, Moresi e Vieira (2022). A metodologia dividiu-se em três etapas: na primeira, selecionaram-se os documentos normativos e científicos relevantes para o tema; na segunda, realizou-se a adesão de comandantes de batalhões operacionais à aplicação de um questionário; e na terceira, procedeu-se à análise e interpretação dos dados coletados. O

método científico adotado foi o dedutivo, com base em levantamento bibliográfico e documental.

A estrutura do artigo se organiza em seis seções principais: após esta introdução, o segundo tópico discute os aspectos legais que envolvem a aviação pública e o gerenciamento da fadiga no Brasil; o terceiro apresenta fundamentos da medicina aeroespacial relacionados ao fator humano; o quarto analisa acidentes aéreos envolvendo aeronaves públicas; o quinto propõe um modelo de legislação estadual para Goiás; e o sexto descreve a metodologia adotada. Ao final, são apresentadas as conclusões com base nos achados da pesquisa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Um estudo realizado por (MENESES, 2024) analisou 45 acidentes ocorridos entre 2019 e abril de 2024 no segmento de táxi-aéreo não regular, incluindo o transporte aeromédico. Os resultados indicaram que fatores humanos, especialmente relacionados a aspectos psicológicos como percepção, atitude e processo decisório, foram contribuintes significativos para esses acidentes.

A fadiga tem sido foco de estudos e legislações aplicados em diversos países, devido aos riscos que essa condição agrega a atividade aérea. Ao considerar tal questão, o presente trabalho propôs-se a debater o impacto da fadiga no desempenho humano de tripulações envolvidas em ocorrências aeronáuticas investigadas pelo Estado brasileiro (CASSIANO, 2019)

De acordo com Rodrigues *et al.* (2019), a fadiga humana representa um fator de risco significativo na aviação regular brasileira, influenciando diretamente o nível de alerta dos tripulantes durante fases críticas do voo, como pousos e decolagens. É importante ressaltar que a legislação brasileira estabelece normas e diretrizes acerca do tema no intuito de evitar ou pelo menos atenuar acidentes ou incidentes aéreos.

A regulamentação da profissão de aeronauta no Brasil passou por significativa evolução desde a edição da Lei nº 7.183, de 5 de abril de 1984, revogada posteriormente pela Lei nº 13.475, de 28 de agosto de 2017. Ambas as normas trataram do exercício das funções a bordo de aeronaves civis, com foco no ambiente contratual celetista, restringindo, assim, sua aplicabilidade aos profissionais regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Tal delimitação exclui servidores estatutários, como aqueles que atuam no serviço público estadual, ainda que exerçam atividades semelhantes àquelas reguladas pela legislação.

A Lei nº 7.183/1984, em seu art. 2º, conceituava o aeronauta como profissional habilitado pelo Ministério da Aeronáutica, com contrato de trabalho vigente e exercendo

atividade a bordo de aeronaves civis nacionais ou estrangeiras, desde que sob regime trabalhista brasileiro. Essa legislação, ao tratar da jornada, escalas e folgas, representou um marco regulatório em sua época. No entanto, sua estrutura normativa demonstrava fragilidades, como a ausência de diferenciação entre tipos de operação (agrícola, comercial, instrução de voo) e a falta de consideração aos aspectos fisiológicos da fadiga humana (BRASIL, 1984).

Com o advento da Lei nº 13.475/2017, que veio substituir a Lei 7.183/1984, trouxe a regulação da profissão, sendo assim, modernizada. A nova legislação reconhece a complexidade da atividade aeroviária e avança ao tratar a fadiga como risco operacional, alinhando-se às recomendações da ICAO. A lei também autoriza a implementação do FRMS (Fatigue Risk Management System), um sistema baseado em dados científicos e operacionais, que flexibiliza regras tradicionais de tempo de voo e repouso, desde que haja controle eficaz da fadiga (BRASIL, 2017).

Contudo, a aplicabilidade da Lei nº 13.475/2017 é restrita. Em seu artigo 5º e, especialmente, no §3º do artigo 20, a norma exclui expressamente os profissionais vinculados a órgãos ou entidades da administração pública que operam aeronaves em missões institucionais ou de poder de polícia. Trata-se de uma exclusão normativa que evidencia uma lacuna jurídica relevante, uma vez que desconsidera as especificidades e os riscos característicos da aviação pública, cujo regime estatutário difere do modelo celetista predominante no setor privado.

A ANAC, por sua vez, editou o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 90, estabelecendo requisitos para operações especiais de aviação pública. Contudo, o RBAC 90 trata primordialmente dos aspectos técnicos e operacionais das aeronaves, sem disciplinar de forma detalhada questões relacionadas à jornada, descanso ou gerenciamento da fadiga dos tripulantes (BRASIL, 2012). Já o RBAC nº 117, que trata do gerenciamento do risco da fadiga humana, também é voltado à aviação civil regular (BRASIL, 2020).

Estudos recentes apontam que a fadiga humana é uma das principais causas de acidentes e incidentes na aviação, comprometendo a atenção, o tempo de reação e o julgamento dos profissionais (FRANÇA; RODRIGUES, 2021; SILVA, 2021). A falta de normatização específica para o serviço público impede que medidas preventivas sejam aplicadas de forma eficiente, perpetuando cenários de sobrecarga e risco elevado.

Portanto, torna-se urgente o debate sobre a extensão das boas práticas e parâmetros estabelecidos na aviação civil também para o contexto da aviação pública. A ausência de legislação específica para os servidores estaduais que atuam em operações aéreas representa

não apenas uma lacuna jurídica, mas um risco real à segurança operacional e à integridade física e mental dos tripulantes.

Por sua vez, a legislação de 2017 instituiu o Sistema de Gerenciamento de Risco de Fadiga (Fatigue Risk Management System – FRMS) como instrumento normativo, incorporando parâmetros mais sofisticados e baseados em evidências empíricas. Entre as exigências, destacam-se o tempo mínimo de repouso entre jornadas, a limitação de horas de voo diárias, mensais e anuais, o impacto do trabalho noturno e do número de pousos, bem como a consideração de fatores como fuso horário e natureza da missão.

Com relação ao tema em questão, existem diversas investigações no que tange a acidentes aeronáuticos e a fadiga humana. Um exemplo está no relatório final da ocorrência com a aeronave PP-CGO, elaborado pelo CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos). O relatório destaca o impacto da fadiga e da sobrecarga de funções na aviação pública de Goiás. Apesar da qualificação dos tripulantes, o acúmulo de tarefas administrativas e operacionais comprometeu o controle da aeronavegabilidade. A investigação evidencia falhas estruturais na gestão. Isso afetou diretamente a segurança operacional. (BRASIL, 2018).

O relatório identificou deficiências estruturais na Unidade Aérea da Polícia Civil de Goiás, como falta de hangar, recursos e pessoal qualificado. Também apontou falhas nos processos de manutenção e ausência de treinamentos contínuos. Essas lacunas expõem riscos operacionais, apesar do comprometimento dos profissionais. A análise conclui que a segurança depende de gestão integrada e não só da atuação individual. (BRASIL, 2018).

Não obstante esses avanços, a exclusão da aviação pública da aplicação direta da Lei nº 13.475/2017 reforça a urgência de regulamentação específica para o segmento, sobretudo em estados como Goiás, onde a atividade aérea vinculada à segurança pública tem se intensificado sem respaldo normativo adequado. A ausência de regulação coloca em risco tanto os profissionais quanto a sociedade, à medida que compromete os padrões mínimos de segurança e saúde ocupacional.

Adicionalmente, dados do Instituto Brasileiro de Aviação (IBA, 2024) apontam para um crescimento de 9,2% na frota nacional de aeronaves entre 2015 e 2024, passando de 14.955 para 16.372 unidades. Paralelamente, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2024) registra 21.110 aeronaves com matrícula ativa no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB), o que evidencia a expansão do setor e reforça a necessidade de normatizações compatíveis com essa nova realidade operacional, inclusive no campo da aviação pública.

Dessa forma, a ausência de cobertura normativa da aviação pública nas legislações federais evidencia não apenas uma lacuna legal, mas um desafio concreto à governança da segurança aérea no âmbito estadual. A construção de um arcabouço jurídico específico que discipline o fator humano, com ênfase na gestão da fadiga, configura-se como medida imprescindível para o fortalecimento da segurança operacional e a valorização dos profissionais que atuam nessa área sensível da administração pública.

2.1. A Lei do Aeronauta

Em 5 de abril de 1984, foi promulgada a **Lei nº 7.183**, que passou a disciplinar o exercício da profissão de aeronauta no Brasil. Essa norma permaneceu em vigor por mais de três décadas, sendo revogada apenas em **28 de agosto de 2017** pela entrada em vigor da **Lei nº 13.475/2017**, cujo escopo atualiza e moderniza o regime jurídico aplicável à categoria. O novo diploma legal dispõe “sobre o exercício da profissão de tripulante de aeronave, denominado aeronauta”, ampliando o conceito anterior previsto no caput do art. 2º da Lei nº 7.183/1984, que definia o aeronauta como o “profissional habilitado pelo Ministério da Aeronáutica, que exerce atividade a bordo de aeronave civil nacional, mediante contrato de trabalho”.

A Lei nº 13.475/2017, por sua vez, especifica em seu art. 1º que regula o exercício das profissões de piloto de aeronave, comissário de voo e mecânico de voo, todos denominados aeronautas. No entanto, a nova legislação restringe sua aplicabilidade aos profissionais vinculados à aviação civil, conforme disposto nos artigos 5º e 20. Em especial, o §3º do art. 20 deixa clara a exclusão dos operadores da aviação de Estado, como os profissionais atuantes em aeronaves públicas, do âmbito de abrangência da norma.

Art. 5º Os tripulantes de voo e de cabine exercem suas funções profissionais nos seguintes serviços aéreos:

I - serviço de transporte aéreo público regular e não regular, exceto na modalidade de táxi aéreo;

II - serviço de transporte aéreo público não regular na modalidade de táxi aéreo;

III - serviço aéreo especializado (SAE), prestado por organização de ensino, na modalidade de instrução de voo;

IV - demais serviços aéreos especializados, abrangendo as atividades definidas pela Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986 (Código Brasileiro de Aeronáutica) e pela autoridade de aviação civil brasileira;

V - serviço aéreo privado, entendido como aquele realizado, sem fins lucrativos, a serviço do operador da aeronave.

A Lei nº 13.475/2017, que regulamenta o exercício da profissão de aeronauta, estabelece em seu art. 20 que o desempenho de funções remuneradas por tripulantes a bordo de aeronaves deve ser formalizado, obrigatoriamente, por meio de contrato de trabalho diretamente firmado com o operador da aeronave. Trata-se de uma exigência que visa garantir a formalidade e a proteção trabalhista nas relações entre os profissionais da aviação civil e os operadores aéreos.

O §1º do referido artigo admite exceção limitada, permitindo que tripulantes de voo ou de cabine exerçam atividades remuneradas para operadores com os quais não possuam vínculo formal, desde que o serviço não constitua atividade-fim do operador e ocorra por período máximo de 30 dias consecutivos. O §2º impõe restrições adicionais, determinando que tal prestação só pode ocorrer uma vez ao ano e deve ser formalizada por contrato escrito, sob pena de configuração automática de vínculo empregatício.

Por fim, o §3º exclui da aplicação dessas disposições os operadores vinculados à administração pública, desde que as missões envolvam o exercício de funções institucionais ou de poder de polícia. Esta ressalva, introduzida pela Lei nº 14.163/2021, reforça a distinção normativa entre a aviação civil e a aviação de Estado, cujas atividades não se submetem integralmente às mesmas exigências legais impostas ao setor privado.

Ante o exposto, tanto na revogada lei 7.183/1984, quanto na lei 13.475/2017, conclui-se claramente que sua aplicabilidade se restringe àqueles que tem seu regime jurídico disciplinado por contrato de trabalho, ou seja, empregados celetistas, diferente dos servidores públicos, ainda que militares dos estados, cujo regime jurídico está previsto em estatutos próprios, sendo por tal razão chamados de estatutários.

As Leis nº 7.183/1984 e nº 13.475/2017 marcaram avanços no gerenciamento da fadiga, embora a primeira tenha ignorado aspectos fisiológicos e particularidades da aviação. A legislação mais recente surgiu em meio à expansão da frota nacional, mas ainda enfrenta desafios quanto à efetiva aplicação dos critérios científicos. A falta de integração com a ciência do sono limita os resultados práticos..

Os avanços apresentados pela nova Lei do Aeronauta (Lei 13.475/2017), supriram lacunas da lei anterior no quesito gerenciamento da fadiga humana, reconhecendo-a como um claro risco à segurança operacional, o que demonstra consonância com as práticas internacionalmente adotadas conforme recomendação da *International Civil Aviation Organization* – ICAO, entidade da qual o Brasil é membro.

Por meio da aludida lei, foi implementado o sistema de gerenciamento de fadiga (Fatigue Risk Management System – FRMS), realizando o gerenciamento com base em evidências científicas.

Definiu, por exemplo, qual seria o tempo mínimo de repouso, observando tempo de trabalho noturno, número de pousos e horas voadas (por dia, mês e ano), deslocamento, fuso horário e natureza de missão, folgas mínimas necessárias, além da necessidade de tripulação mista em casos específicos.

2.2. Legislação presente na Força Aérea Brasileira

As Forças Armadas no Brasil, representadas pela Marinha, Exército e Aeronáutica, possuem sua missão definida no artigo 142 da Constituição Federal, assim estabelecendo:

As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem, conforme Constituição Federal Brasileira de 1988 (BRASIL, 2025).

As três instituições elencadas no artigo 142 da CF/1988 possuem unidades aéreas, porém, para fins desta pesquisa, será demonstrado como se dá o gerenciamento de fadiga humana na Força Aérea Brasileira – FAB, até mesmo pela natureza de sua atividade fim.

Desta forma, a FAB publicou o NOPREP/SGV/01B para disciplinar o gerenciamento de fadiga humana em suas atividades, as quais estão previstas no artigo 18 da Lei Complementar 97 de 9 de junho 1999.

A fadiga é um estado de exaustão mental e/ou física que reduz a capacidade de uma pessoa realizar um trabalho de maneira segura e eficaz, assim como o estado de alerta, o que pode levar os tripulantes a cometerem erros que engatilhem eventos catastróficos (AUSTRÁLIA, 2013, apud BRASIL, 2019).

Ademais, a norma também esclarece que a fadiga é causada por agentes estressores decorrentes das características do próprio voo ou da carga de trabalho imposta, porém, alerta quanto a ações que podem acelerar este processo, no que denomina de sobrecarga autoprovocada, como a causada pela ingestão de bebida alcoólica, o tabagismo, o uso de medicamentos sem orientação médica e até mesmo por hábitos alimentares impróprios.

Diversas são as definições presentes nesta norma da FAB, dentre as quais pode-se enfatizar:

- a) período mínimo e contínuo de descanso de 10 horas antes de iniciar uma jornada de voo, considerando descanso o período em que o militar não esteja realizando qualquer atividade de expediente ou atividade aérea, excluído inclusive o período de deslocamento para seu local de descanso;
- b) limitação de duas jornadas de voo sucessivas entre às 22 horas e 06 horas;
- c) a vedação de emprego em atividade de voo de até 72 horas após doar sangue.

Dada a natureza excepcional de algumas atividades da FAB, como defesa aérea, transporte de órgão vitais, evacuação aeromédica e busca e salvamento, a própria norma reconhece a possibilidade de emprego do que chamam de jornada máxima.

Neste caso, a título de exemplo, uma missão de transporte e busca e salvamento na aeronave C95 com tripulação simples, em que a jornada contínua de voo seria de 12 horas, pode, pela singularidade do serviço prestado, atingir a jornada máxima de 14 horas, respeitado, de toda forma, o descanso de 12 horas após a jornada.

2.3 Legislação prevista na ANAC

A ANAC estabelece os requisitos para gerenciamento de risco de fadiga humana no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 117 – RBAC 117, atualmente na emenda nº 01, deste modo, é possível citar o item a):

A seção 117.1 traz a aplicabilidade do RBAC 117, assim descrito:

(a) Este Regulamento estabelece limitações operacionais relativas ao gerenciamento da fadiga para tripulantes e operadores aéreos. As limitações operacionais estão descritas no parágrafo 117.3(o) deste Regulamento.

Analisando o RBAC nº 90 (Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 90) que é uma norma da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) que trata da aviação pública no Brasil. RBAC 90, conclui-se que o tema da fadiga humana representa uma matéria não enfrentada, pois a cita de forma superficial, prevendo-a no currículo de solo do treinamento inicial das unidades aéreas públicas, dentro do componente curricular de *Crew Resource Management* – CRM, como um dos “fatores relacionados a cada membro da tripulação e de cada pessoa com função abordo”, a fim de se realizar “o controle e os efeitos da fadiga”.

3. FUNDAMENTOS DE MEDICINA AEROESPACIAL APLICÁVEIS À FADIGA

De acordo com dados divulgados pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA, entre 2015 e 2024, vide gráfico 1, o fator humano foi o maior

causador de acidentes e incidentes aeronáuticos no Brasil, sendo registrados absurdos 858 acidentes e 160 incidentes, resultando em 181 vítimas fatais.

Gráfico 1: Painel SIPAER – Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos



Fonte: SIPAER: <<https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br/extensions/Sipaer/Sipaer.html>>

Ante o trágico cenário atual, em que, estatisticamente, o fator humano se sobrepõe exponencialmente em relação aos demais como causador de acidentes aéreos, faz-se necessária uma reflexão especial sobre o tema, buscando identificar os fatores que tem ensejado tantas falhas.

É neste diapasão que a medicina aeroespacial permite uma melhor compreensão dos fenômenos envolvidos no voo, esclarecendo os fatores que geram influência na tomada de decisões por parte dos pilotos.

A Organização de Aviação Civil Internacional – OACI, define fadiga como sendo “Um estado fisiológico de capacidade de desempenho mental ou físico reduzido resultante de perda de sono, vigília prolongada, fase circadiana e/ou carga de trabalho (atividade mental e/ou física) que pode prejudicar o estado de alerta e a capacidade de uma pessoa de desempenhar tarefas operacionais relacionadas à segurança.” (Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), 2020).

Em nota adicional ao conceito de hipóxia, a ANAC ainda esclarece que: “como a hipóxia em si já é um fator limitante da capacidade cognitiva do cérebro, se a identificação dos sinais iniciais não ocorrer em tempo hábil, a simples execução das medidas de segurança poderá ser prejudicada, resultando assim no agravamento do problema. Outros fatores importantes a considerar nessa avaliação, pois atuam na transferência de oxigênio no nível celular são: 1 - o efeito do álcool; 2 - a fadiga; 3 - os níveis de monóxido de carbono resultantes de sistemas de aquecimento de cabine defeituosos (Janitrol ou via escapamento).”.

O corpo humano possui um mecanismo natural de regulação e adaptação ao meio ambiente, sendo esse o ciclo circadiano, uma espécie de relógio interno que funciona a partir da relação dia-noite, capaz de regular os processos naturais do corpo humano, como a expressão de genes relacionados a pele (LUENGAS-MARTINEZ et al., 2022).

Desta forma, durante as 24 horas do dia, sob influência direta da luz solar, nosso corpo cria um ritmo próprio, responsável por regular o sono, diversos hormônios e até mesmo a capacidade de raciocínio.

O trabalho noturno desempenhado na aviação, associado a eventuais viagens que passem por diversos fusos horários, causa uma confusão nesse relógio biológico, provocando severos prejuízos ao indivíduo, como fadiga, déficit de atenção, redução da capacidade de raciocínio, dentre outros.

Estudos mostram que no período compreendido entre as 02 e 06 da manhã, a atenção atinge os níveis mais baixos, sendo este período denominado de janela de baixa circadiana (ROSEKIND e MARCUS, 2017).

No entanto, a problemática se estende além deste horário específico, vez que a exposição prolongada e repetitiva a condições que afetem o ciclo circadiano, gera consequências que se manifestam em outros momentos, tendo em vista que ocorre um completo desequilíbrio nas funções cognitivas e hormonais.

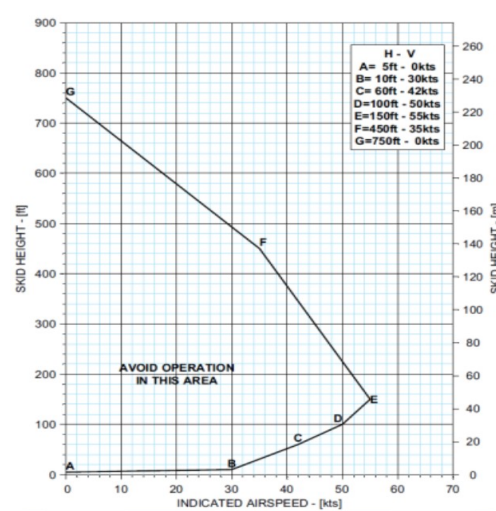
A fim de mitigar os efeitos do ciclo circadiano quando afetado, as diversas legislações já apresentadas neste trabalho, estabelecem balizas para tanto, prevendo, por exemplo, períodos mínimos de descanso intrajornada, a restrição de voo em diversas situações, como sob o efeito de determinados medicamentos, após a doação de sangue, sob o acúmulo de jornadas de trabalho administrativo, dentre outras questões.

4. ACIDENTES AÉREOS COM AERONAVES PÚBLICAS

Os acidentes com aeronaves públicas no Brasil vêm se tornando frequentes, revelando falhas estruturais e operacionais, sobretudo ligadas ao fator humano. Em 2024, três ocorrências graves chamaram atenção, incluindo a queda de um Cessna Caravan da Polícia Federal, com falha mecânica logo após a decolagem, resultando na morte dos pilotos. Outro caso envolveu um helicóptero do Corpo de Bombeiros de Goiás, que caiu no Rio Araguaia, com indícios de voo em baixa altitude e possível falha de motor. As investigações destacam a importância do treinamento decisório em situações críticas e da prevenção da fadiga. Tais eventos reforçam a urgência na revisão dos protocolos operacionais na aviação pública. (BRASIL, 2024).

A fadiga afeta diretamente a habilidade do piloto de evitar ou responder a condições perigosas representadas no gráfico 2. Assim, a "curva do homem morto" não é apenas um indicador técnico de risco aeronáutico, mas também um ponto de interseção entre desempenho da máquina e desempenho humano. Operar um helicóptero em zonas críticas durante um turno de plantão prolongado ou em horários noturnos amplia o risco de decisão inadequada, reforçando a necessidade de protocolos eficazes de gerenciamento da fadiga na aviação pública e institucional.

Gráfico 2: Curva de altura versus velocidade (Height–Velocity Diagram)



Fonte: BELL HELICOPTER TEXTRON INC

Dada a própria natureza das atividades desempenhadas, os voos em aeronaves de asas rotativas realizados em missão de segurança pública, comumente estão inseridos dentro do diagrama altura x velocidade, o que torna a atividade ainda mais arriscada.

Em 13 de outubro de 2024, um helicóptero do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais colidiu contra uma serra na região de Ouro Preto-MG, causando a morte dos seus seis ocupantes.

Em que pese as investigações também estarem em curso, relatos indicam que a equipe estava na região com a missão de localizar e resgatar uma aeronave agrícola que estava desaparecida.

Consta que chegaram a localizar a aeronave acidentada, pousar próximo ao local e atestar que o piloto estava morto entre os destroços. Devido a condições meteorológicas adversas, não foi possível resgatar o corpo naquele momento, tendo a tripulação, mesmo assim, optado por decolar retornando à sua base, vindo infelizmente a colidir contra a serra e provocar o acidente fatal.

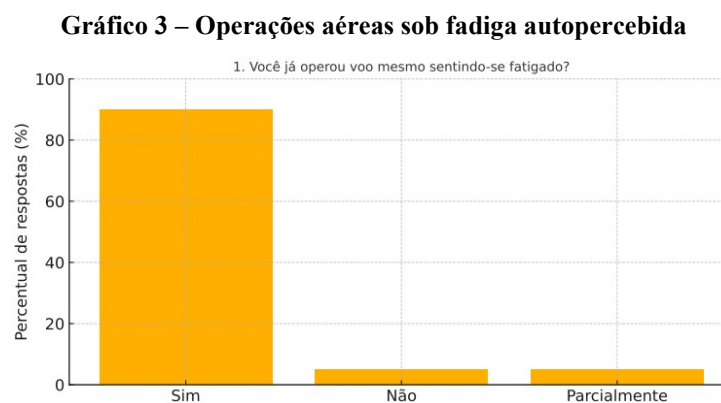
Independente do resultado das investigações, é inegável o fato de que a decisão de retornar, mesmo com a meteorologia degradada, expôs tripulação e aeronave a um risco desnecessário, vez que a vítima que foram resgatar já havia falecido, sendo o desfecho de tudo o mais trágico possível.

A carência de recursos humanos especializados compromete diretamente a eficácia operacional e a segurança das atividades aéreas. Quando há poucos profissionais para atender à demanda, os que atuam ficam sujeitos à sobrecarga crônica de trabalho, o que impacta áreas críticas como a manutenção. Como aponta Paladini (2008), a deficiência no dimensionamento e na qualificação da equipe provoca falhas sistêmicas, especialmente quando há acúmulo de funções e ausência de suporte organizacional.

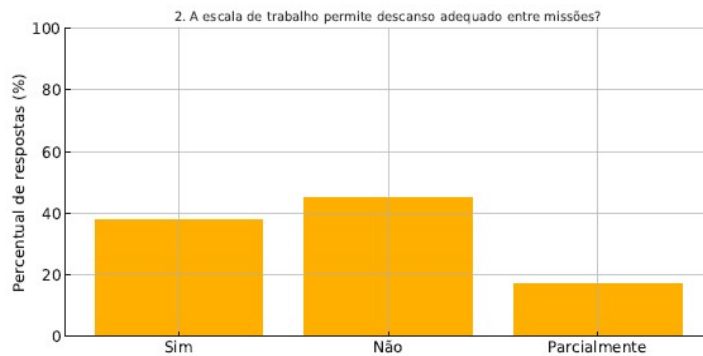
A sobrecarga operacional decorrente do acúmulo de funções administrativas e de voo representa um fator de risco direto à segurança operacional. A limitação no número de pilotos compromete não apenas a eficiência das missões, mas aumenta a incidência de fadiga fisiológica e cognitiva, prejudicando as capacidades de tomada de decisão e tempo de resposta. Conforme destaca Rosekind et al. (1996), a fadiga em tripulantes afeta significativamente o desempenho cognitivo, a vigilância contínua e a execução de tarefas complexas, especialmente quando há redução no tempo de recuperação entre as jornadas.

5. PESQUISA DE CAMPO

Foi realizada uma pesquisa com aproximadamente 60 profissionais da aviação brasileira e deste universo, 97% responderam, ou seja, 58 pilotos, representando uma amostra robusta para análise qualitativa. A primeira questão do questionário investigou se os pilotos já haviam operado voos mesmo sob condições de fadiga perceptível. Os resultados são alarmantes: 90% responderam afirmativamente, como demonstra a Gráfico 3.

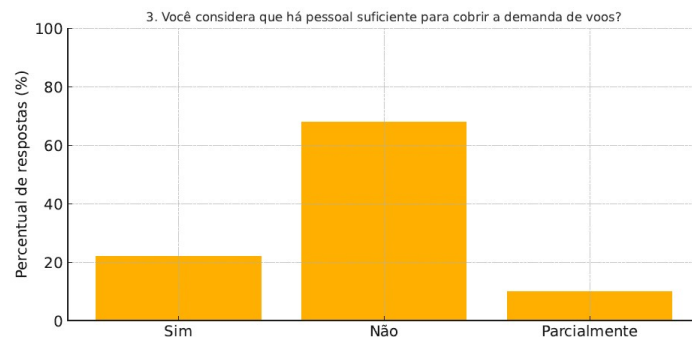


Fonte: De autoria própria (2025)

Gráfico 4 – Escala de trabalho e o descanso adequado para missões

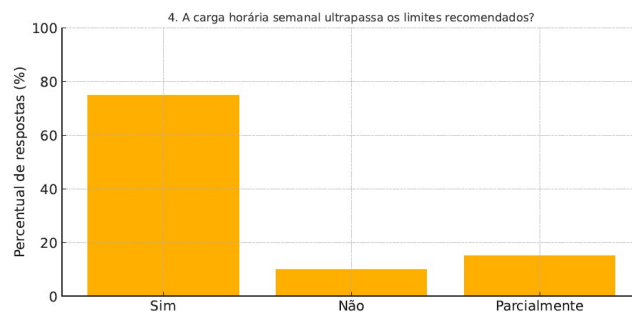
Fonte: De autoria própria (2025)

Conforme gráfico 4, a maioria dos respondentes, ou seja 42% considera que a escala de trabalho não permite descanso adequado entre missões. Apenas uma minoria respondeu que o descanso é parcialmente adequado, indicando um possível problema de gestão de jornada.

Gráfico 3 – Efetivo operacional para cobrir demandas de voo

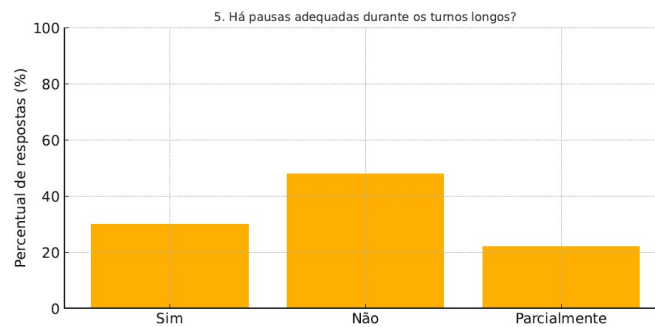
Fonte: De autoria própria (2025)

A maioria dos participantes (cerca de 68%) acredita que não há pessoal suficiente para cobrir a demanda de voos. Apenas 22% responderam sim, enquanto 10% consideraram que a cobertura ocorre parcialmente, indicando uma percepção clara de déficit operacional.

Gráfico 4 – Carga horária semanal

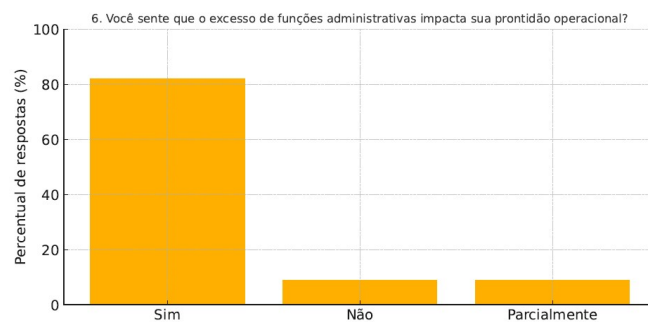
Fonte: De autoria própria (2025)

Cerca de 75% dos respondentes afirmaram que a carga horária semanal ultrapassa os limites recomendados. Apenas 10% discordam dessa afirmação, enquanto 15% indicaram que isso ocorre parcialmente, sugerindo sobrecarga significativa.

Gráfico 5 – Pausas adequadas durante turnos longos

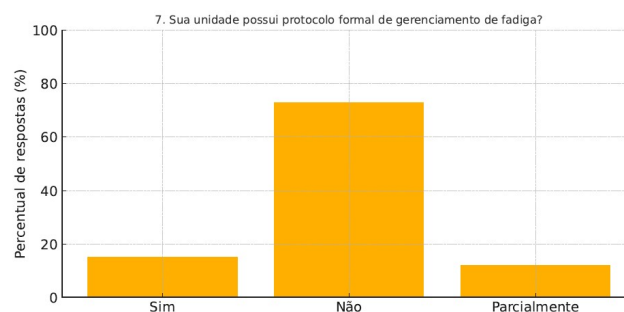
Fonte: De autoria própria (2025)

A maioria dos participantes (47%) respondeu que não há pausas adequadas durante turnos longos. Apenas 30% acreditam que as pausas são adequadas, enquanto 23% consideram que isso ocorre parcialmente, apontando para uma falha na gestão do tempo de descanso.

Gráfico 6 – Excesso de funções administrativas e seus impactos operacionais

Fonte: De autoria própria (2025)

Cerca de 82% dos respondentes relataram que o excesso de funções administrativas impacta negativamente sua prontidão operacional. Apenas 9% discordam, e outros 9% percebem esse impacto parcialmente, evidenciando um obstáculo relevante à performance.

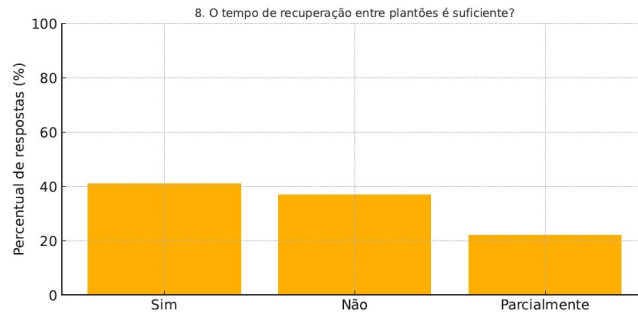
Gráfico 7 – Sua unidade possui protocolo formal de gerenciamento da fadiga

Fonte: De autoria própria (2025)

Conforme o gráfico 7, a maioria dos participantes (72%) afirmou que sua unidade não possui protocolo formal de gerenciamento de fadiga. Apenas 16% responderam que existe

esse protocolo, enquanto 12% relataram sua presença parcialmente, indicando uma lacuna crítica na prevenção de riscos operacionais.

Gráfico 8 – O tempo de recuperação entre plantões é suficiente?



Fonte: De autoria própria (2025)

Aproximadamente 41% dos respondentes consideram o tempo de recuperação entre plantões suficiente, enquanto 37% avaliam que ele não é adequado. Outros 22% indicam que o tempo de descanso é parcialmente suficiente, revelando divisão na percepção sobre o equilíbrio entre esforço e recuperação.

Gráfico 9 – Você já presenciou ou viveu situações de risco em voo relacionadas à fadiga?



Fonte: De autoria própria (2025)

Cerca de 67% dos respondentes afirmaram que já presenciaram ou vivenciaram situações de risco em voo relacionadas à fadiga. Apenas 20% disseram que nunca passaram por isso, enquanto 13% relataram essa experiência parcialmente, evidenciando um problema crítico de segurança operacional.

Gráfico 10 – V Acredita que uma norma estadual sobre fadiga melhoraria a segurança das operações?



Fonte: De autoria própria (2025)

Conforme gráfico 10, uma expressiva maioria (94%) acredita que uma norma estadual sobre fadiga melhoraria a segurança das operações. Apenas 3% discordam dessa afirmação, e outros 3% concordam parcialmente, demonstrando forte consenso sobre a importância da regulamentação.

5. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa realizou um desenho do que se pretendia e em seguida definiu a questão norteadora para a escolha ideal de um método bibliométrico apropriado para respondê-la (Hedler, Moresi e Vieira, 2022). Foi explorado, conforme tabela 1, os metadados na base Lens, na busca por trabalhos acadêmicos com o texto inicial “Análise de fatores humanos na aviação”, que retornou 11 documentos. Também foi realizado mais um filtro utilizando o conector “and” com o termo “A fadiga humana e a aviação brasileira”, que retornou 2 artigos e uma pesquisa geral com o termo “Análise do fator humano da aviação pública no estado de Goiás” que infelizmente não retornou nenhum artigo científico, o que denota a necessidade de mais pesquisas quanto ao tema em questão.

Tabela 1: Pesquisa bibliográfica (Base Lens)

	Palavras-chave de pesquisa	Conect	Nº citações
1	Análise de fatores humanos na aviação	and	11
2	A fadiga humana e a aviação brasileira	and	2
3	Análise do fator humano da aviação pública no estado de Goiás	and	0

Fonte: De autoria própria (2025)

Na base do Google Acadêmico, foi demandado o tema “a análise de fatores humanos na aviação”, que retornou 27.000 documentos, em seguida foi delimitada a pesquisa com o conector “and” o tema: “a fadiga humana e a aviação brasileira” que retornou 4.300 documentos científicos, na tentativa de delimitar ainda mais a pesquisa foi utilizado o

conector “and” com o tema: “análise do fator humano da aviação pública no estado de Goiás” que retornou 6.070 documentos e por fim, foi realizada uma pesquisa mais detalhada com a limitação do ano de 2025 do termo “Análise de fatores humanos na aviação pública e seus impactos que retornou 165 documentos. Desta forma, o autor selecionou, conforme tabela 2, os artigos mais atuais e relevantes, a critério da relevância do que se pretende.

Tabela 2: Pesquisa bibliográfica (Google Acadêmico)

	Palavras-chave de pesquisa	Conect	Nº citações
1	Análise de fatores humanos na aviação	and	27.000
2	A fadiga humana e a aviação brasileira	and	4.300
3	Análise do fator humano da aviação pública no estado de Goiás	and	6.070
4	Análise de fatores humanos na aviação pública e seus impactos econômicos	(2025)	165

Fonte: De autoria própria (2025)

A segunda etapa ocorreu a escolha de pilotos tanto do seguimento público como privado para a aplicação de um questionário com 10 questões, sendo a aceitação dos mesmos realizado por intermédio de um aceite de caráter confidencial.

A coleta de dados primários foi realizada por meio da aplicação de um questionário estruturado via Google Forms, direcionado a pilotos de aeronaves tripuladas. Foram obtidas as respostas de 58 respostas de um total de 60 solicitações. Coletando informações de aproximadamente 96,67% dos pesquisados.

O questionário foi analisado por meio de métodos estatísticos descritivos com o objetivo de identificar padrões e variáveis relevantes relacionados à fadiga humana na aviação pública. Os dados obtidos permitiram a geração de gráficos que facilitaram a visualização dos resultados. A análise evidenciou fatores críticos que impactam o desempenho dos tripulantes, destacando pontos de atenção quanto à carga horária, escalas operacionais e ausência de protocolos específicos para o controle da fadiga.

Gráficos extraídos dos dados do questionário possibilitaram uma leitura clara dos impactos da fadiga humana na aviação pública. A análise estatística descritiva revelou padrões recorrentes entre os tripulantes, como jornadas prolongadas, escalas inadequadas e ausência de períodos de recuperação. Esses elementos indicam riscos concretos à segurança operacional. O estudo reforça a necessidade de diretrizes específicas para o gerenciamento da fadiga em operações aéreas institucionais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a aviação de segurança pública exige alta especialização e esforço além dos padrões convencionais. A realidade observada revela sobrecarga, falta de estrutura e ausência de cultura de segurança. A criação de um quadro técnico próprio e uma norma estadual sobre fadiga são essenciais para prevenir acidentes. Isso colocaria Goiás como referência nacional em aviação pública segura e responsável.

Foi realizada uma pesquisa com aproximadamente 60 profissionais da aviação brasileira, dos quais 97% responderam, totalizando 58 pilotos. Esse número representa uma amostra robusta para uma análise qualitativa sobre fadiga e condições de trabalho. A primeira questão revelou um dado preocupante: 90% dos pilotos afirmaram já ter operado voos sob fadiga perceptível, sinalizando um risco latente à segurança. Além disso, 42% dos respondentes consideram que a escala de trabalho não permite descanso adequado entre missões. O estudo também apontou que 68% acreditam que não há efetivo suficiente para cobrir a demanda de voos, e 75% relataram que a carga horária semanal ultrapassa os limites recomendados. Outros pontos críticos incluem pausas inadequadas (47%), excesso de tarefas administrativas (82%) e ausência de protocolo formal de gerenciamento de fadiga (72%). Por fim, 94% dos entrevistados acreditam que uma norma estadual específica sobre fadiga contribuiria diretamente para a segurança das operações.

A situação atual compromete dois bens indisponíveis: a vida e o patrimônio público. Embora o cenário ideal envolva ampliação significativa de recursos humanos e materiais, é possível promover avanços por meio da reestruturação da força já existente. A admissão de novos profissionais para funções técnicas e administrativas permitiria melhor distribuição das tarefas e maior eficiência operacional.

A criação de um quadro permanente de especialistas em aviação, composto por pilotos e mecânicos dedicados exclusivamente à atividade aérea, elevaria a qualidade e a segurança das operações. Além disso, a realização de concursos públicos voltados a profissionais já formados na área traria economia ao erário e celeridade na recomposição da força de trabalho. A consolidação desse quadro próprio também ajudaria a reduzir a evasão na carreira de aviação de segurança pública, um problema agravado pelos altos custos de formação e pelo tempo necessário para capacitar novos tripulantes.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 90: operações especiais de aeronaves civis**. Brasília, DF: ANAC, 2012. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbac>. Acesso em: 5 abr. 2025.
- BRASIL. COMANDO DA AERONÁUTICA. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). **Relatório final: acidente aeronáutico com a aeronave PP-CGO, modelo AW119MKII, em 08 de maio de 2012, Piranhas – GO**. Relatório A-061/CENIPA/2013. Brasília, 2013.
- BRASIL. *Constituição (1988)*. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 1.001, de 21 de outubro de 1969. **Código Penal Militar**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 8857, 21 out. 1969.
- BRASIL. Lei nº 7.183, de 5 de abril de 1984. **Dispõe sobre o exercício da profissão de aeronauta**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 abr. 1984.
- BRASIL. Lei nº 13.475, de 28 de agosto de 2017. **Dispõe sobre o exercício da profissão de aeronauta**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 29 ago. 2017.
- BRASIL. Polícia Federal; Corpo de Bombeiros Militar de Goiás. Registros de acidentes com aeronaves públicas no ano de 2024. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/cenipa> ou <https://g1.globo.com>. Acesso em: 22 maio 2025.
- CASSIANO, Simone Kelli. Fadiga na aviação civil: um desafio à investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos. **Revista Conexão SIPAER**, v. 9, n. 3, p. 12–21, 2018.
- FRANÇA, Rodolfo; RODRIGUES, Marilsa de Sá. Análise bibliométrica sobre fadiga humana na atividade aérea. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 12, n. 1, p. 59-73, jan./jun. 2021. Disponível em: <https://www.lajbm.com.br/journal/article/download/652/305/1923>. Acesso em: 5 abr. 2025.
- LUENGAS-MARTINEZ, J. *et al.* Ciclo circadiano e regulação hormonal em ambientes extremos. México: **UNAM**, 2022.
- MARCUS, J. H.; ROSEKIND, M. R. Fatigue in transportation: NTSB investigations and safety recommendations. **Injury Prevention**, v. 23, p. 232–238, 2017. DOI: 10.1136/injuryprev-2015-041791.
- PALADINI, Luciano B. Ergonomia na aviação: fator humano e segurança operacional. São Paulo: **Singular**, 2008.
- PINHEIRO, Luiz Rodolfo França; RODRIGUES, Marilsa de Sá. Análise bibliométrica sobre fadiga humana na atividade aérea. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 12, n. 1, p. 59-73, jan./jun. 2021. Disponível em: <https://www.lajbm.com.br/journal/article/download/652/305/1923>. Acesso em: 5 abr. 2025.

RODRIGUES, T. E. et al., 2019. *Efeitos da fadiga humana na aviação regular brasileira*. In: **Congresso da Associação Nacional de Medicina do Trabalho (ANAMT)**, 17., 2019, Brasília. Anais [...]. Brasília: ANAMT, 2019. p. 81.

ROSEKIND, Mark R. *et al.* Fatigue in operational settings: examples from the aviation environment. **Human Factors**, v. 38, n. 2, p. 198–208, 1996.

SILVA, Júlio Cesar da. *A fadiga humana no ambiente da manutenção de aeronaves*. Lisboa: **Instituto Superior de Educação e Ciências**, 2021. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/49563/1/Julio%20Silva.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2025.

SILVA, Júlio Cesar da; BARQUEIRA, Ana; MAGALHÃES, Leandro B.; SANTOS, Luís F. F. M. *Insights into human fatigue: statistical analysis in aircraft maintenance*. **ResearchGate**, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/383974886_INSIGHTS_INTO_HUMAN_FATIGUE_STATISTICAL_ANALYSIS_IN_AIRCRAFT_MAINTENANCE. Acesso em: 5 abr. 2025.

SILVA, Júlio Cesar da. *A fadiga humana no ambiente da manutenção de aeronaves*. Lisboa: **Instituto Superior de Educação e Ciências**, 2021. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/49563/1/Julio%20Silva.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2025.