



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

BRUNO PEREIRA POLYDORO

A FADIGA DO PILOTO EM VOOS DE LONGA DISTÂNCIA

Palhoça

2023

BRUNO PEREIRA POLYDORO

A FADIGA DO PILOTO EM VOOS DE LONGA DISTÂNCIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas.

Orientador: Prof. Cléo Marcus Garcia, Msc.

Palhoça

2023

BRUNO PEREIRA POLYDORO

A FADIGA DO PILOTO EM VOOS DE LONGA DISTÂNCIA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 7 de dezembro de 2023.

Professor e orientador Cléo Marcus Garcia, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Avaliador Angelo Damigo Tavares, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

RESUMO

Nesta pesquisa, o objetivo principal foi explorar a complexa relação entre o sono, o ciclo circadiano e a fadiga dos pilotos, com ênfase no impacto direto dessa fadiga nas operações aéreas. Esta pesquisa, de natureza exploratória e abordagem qualitativa, baseou-se em procedimentos bibliográficos e documentais para coleta de dados. Utilizaram-se fontes como livros, artigos científicos, dissertações, reportagens e regulamentações, como o RBAC 117 e a Lei 7.183 – Lei do Aeronauta. Os resultados destacam que a fadiga, muitas vezes desencadeada por condições como a falta de sono e mudanças nos fusos horários, apresenta-se como um risco substancial para a segurança operacional, influenciando diretamente o desempenho da tripulação. Na avaliação do impacto da fadiga nas operações aéreas, observou-se que aproximadamente 20% dos acidentes aéreos podem estar relacionados a esse fator, evidenciando a urgência de estratégias eficazes de gerenciamento de fadiga. A análise das práticas de gerenciamento de fadiga em voos de longa distância ressaltou a importância das regulamentações, como o RBAC 117, que estabelecem limites rigorosos para jornadas de trabalho e horas de voo. Concluiu-se que é de suma necessidade abordar e mitigar os efeitos da fadiga na esfera da aviação civil brasileira, especialmente em voos de longa distância, onde as demandas podem ter particularidades como *jet lag* e trazer impactos ainda mais significativos ao desempenho dos pilotos de linhas aéreas.

Palavras-chaves: *Jet lag*. Fadiga. Voos de longa distância.

ABSTRACT

In this research, the main objective was to explore the complex relationship between sleep, the circadian cycle and pilot fatigue, with an emphasis on the direct impact of this fatigue on airline operations. This research, of an exploratory nature and qualitative approach, was based on bibliographic and documentary procedures for data collection. Sources such as books, scientific articles, dissertations, reports and regulations were used, such as RBAC 117 and Law 7,183 – Aeronaut Law. The results highlight that fatigue, often triggered by conditions such as lack of sleep and changes in time zones, presents a substantial risk to operational safety, directly influencing crew performance. When evaluating the impact of fatigue on air operations, we warn that approximately 20% of air accidents may be related to this factor, highlighting the urgency of strategic fatigue management strategies. Analysis of fatigue management practices on long-haul flights highlighted the importance of regulations, such as RBAC 117, which establishes strict limits on working hours and flight hours. It is concluded that it is extremely necessary to address and mitigate the effects of fatigue in the sphere of Brazilian civil aviation, especially on long-distance flights, where demands can have particularities such as jet lag and bring even more significant impacts to the performance of airline pilots. air.

Keywords: Jetlag. Fatigue. Long-distance flights.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Risco médio de acidentes ocupacionais por horas de jornada de trabalho	16
Figura 2 - Alteração do estado de alerta em virtude do tempo acordado	17
Figura 3 - Relação entre a velocidade de reação e a restrição do sono	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA.....	8
1.2 OBJETIVOS.....	8
1.2.1 Objetivo Geral	8
1.2.2 Objetivos Específicos	8
1.3 JUSTIFICATIVA.....	8
1.4 METODOLOGIA.....	10
1.4.1 Natureza e Tipo da pesquisa	10
1.4.2 Materiais e Métodos	10
1.4.3 Procedimentos de coleta de dados	10
1.4.4 Procedimento de análise de dados	11
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 FADIGA DO VOO EM VIAGENS DE LONGO-CURSO	12
2.1.1 Impactos do voo de longo curso	13
2.2 IMPACTO DA FADIGA NA SEGURANÇA OPERACIONAL	15
2.3 GERENCIAMENTO DO RISCO DA FADIGA.....	18
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A fadiga de pilotos de linhas aéreas passou a ser um tema central no gerenciamento da segurança operacional do voo, a importância dada a essa questão surgiu ao passo que mesmo diante da evolução tecnológica de aeronaves, os incidentes e acidentes aéreos continuaram a acontecer. Assim, observou-se que a maior parte dos acidentes estava relacionada ao fator humano, sendo a fadiga um dos desafios que permeiam o aspecto humano na aviação civil (BENFICA; SILVA, 2021).

Historicamente, é possível observar que a aviação civil tem evoluído desde suas origens, assim, em seus primórdios, voos longos eram menos comuns, por outro lado, no século XXI, as rotas intercontinentais têm sido cada vez mais frequentes, logo, essa mudança na natureza dos voos afeta diretamente a fadiga dos pilotos (NOVAK, 2013).

A saúde mental de pilotos de linhas aéreas é um tema que tem ocupado um espaço cada vez maior e mais importante. Nesse contexto, há uma crescente conscientização acerca das diversas situações que podem afetar a saúde mental desses profissionais e conseqüentemente a segurança operacional. A relação entre o fator humano e acidentes aéreos também está bem estabelecida na literatura especializada, logo, o tema “fadiga” e seus desdobramentos assume uma elevada importância.

Além disso, os voos de longa distância e intercontinentais são cada vez mais comuns, tanto que muitos reguladores e companhias aéreas estão revendo e fortalecendo suas políticas de gerenciamento da fadiga, incluindo limites mais rigorosos para as horas de trabalho dos pilotos e a promoção de programas de bem-estar mental. No contexto da aviação civil brasileira, a relação entre o sono, o ciclo circadiano e a fadiga dos pilotos em voos de longa distância é um tema de grande relevância. Isso se deve ao fato de que esses voos costumam atravessar vários fusos horários, o que pode levar a desajustes no ciclo circadiano dos pilotos, e conseqüente levar a situações de sonolência, dificuldade de concentração e outros problemas que podem afetar negativamente a segurança operacional do voo.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Qual é o impacto da fadiga do piloto em voos de longa distância na segurança e no bem-estar na aviação civil brasileira?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a fadiga do piloto em voos de longa distância visando aprimorar a segurança e o bem-estar na aviação civil brasileira.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Explorar a relação entre o sono, o ciclo circadiano e a fadiga dos pilotos em voos de longa distância no contexto da aviação civil brasileira.
- b) Avaliar o impacto da fadiga do piloto nas operações aéreas, incluindo sua influência nas decisões de voo e na segurança operacional.
- c) Identificar práticas de gerenciamento de fadiga em voos de longa distância.

1.3 JUSTIFICATIVA

O tema foi escolhido porque é de elevada importância para a segurança operacional do voo, bem como para a saúde e bem-estar de pilotos de linhas aéreas. Os voos de longa distância são uma realidade no transporte aéreo, logo, a fadiga de pilotos nessas condições de trabalho se tornou uma preocupação global, visto que além de afetar a capacidade do piloto de tomar decisões, também pode afetar sua saúde física e mental a longo prazo.

Um exemplo que ilustra claramente como a fadiga pode impactar a segurança da pilotagem de uma aeronave é o caso do voo 812 da Air India Express em 2010. Infelizmente, este voo resultou em um acidente fatal ao pousar em Mangalore, causando a perda de 158 vidas entre as 166 pessoas a bordo. Acredita-

se que a sonolência residual e o julgamento prejudicado possam ter contribuído para esse acidente, uma vez que o gravador de voz da cabine indicou que o capitão estava dormindo durante as primeiras 1 hora e 40 minutos de um voo com duração total de 2 horas e 5 minutos (JAGT *et al.*, 2021).

No contexto brasileiro, onde o setor aeroespacial continua a se expandir, é essencial compreender a fadiga de forma eficaz para garantir a saúde desses profissionais e, também, as operações aéreas seguras. Assim, o e almeja lidar com questões centrais relacionadas à fadiga dos pilotos em voos de longa distância, assim, a intenção é contribuir para minimizar os riscos decorrentes da fadiga causada por esse tipo de voo, através da compreensão do problema, bem como do levantamento de estratégias aplicadas. Além disso, busca-se promover o bem-estar e a saúde física e mental dos pilotos, a partir do aprofundamento de ações capazes de mitigar os riscos relacionados à fadiga crônica. Assim, o estudo tem o propósito de contribuir para assegurar operações aéreas mais seguras na aviação civil brasileira.

A principal função da pesquisa é investigar a fadiga do piloto em voos de longa distância, compreender seus fatores subjacentes e suas implicações na aviação civil brasileira, para que assim seja possível abordar os problemas relacionados à fadiga do piloto e fornecer insights sobre o gerenciamento do risco da fadiga e aumentar a segurança do voo.

O público-alvo do trabalho abrange pilotos de aviação civil brasileira, companhias aéreas, agências reguladoras de aviação, profissionais de saúde, pesquisadores acadêmicos e o público em geral. A pesquisa também contribuirá para o conhecimento científico geral sobre fadiga e seus impactos na aviação, beneficiando a comunidade acadêmica, bem como a segurança dos passageiros e do público em geral que utiliza o transporte aéreo.

Por fim, a ideia da pesquisa surgiu levando em consideração a ocorrência de voos cada vez mais longos, jornadas de trabalho desafiadoras e demandas operacionais complexas, tornou-se essencial investigar a fadiga em profundidade para desenvolver estratégias de mitigação. O tema do estudo, no caso, a fadiga do piloto em voos de longa distância é um campo de estudo estabelecido e bem fundamentado na aviação e na ciência do sono, com diversos estudos científicos, regulamentações e práticas de gerenciamento de fadiga já existentes em âmbito internacional, servindo como base para novos estudos. O estudo se baseou em pesquisas anteriores,

regulamentações e práticas recomendadas, mas também buscar contribuir com novas perspectivas sobre o tema.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza e Tipo da pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória, com procedimento bibliográfico e documental e com abordagem tanto qualitativa. A pesquisa exploratória, conforme explicado por Gerhardt e Silveira (2009), tem como objetivo coletar informações que enriqueçam o conhecimento existente sobre um tópico específico, desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento deste estudo.

1.4.2 Materiais e Métodos

Foram utilizados dados bibliográficos e documentais, tais como livros, artigos científicos, dissertação, reportagens, regulamentações, como o RBAC 117 e a Lei 7.183 – Lei do Aeronauta.

1.4.3 Procedimentos de coleta de dados

Como destacado por Oliveira (2007), a pesquisa bibliográfica é essencial para fundamentar qualquer trabalho de pesquisa, permitindo aos pesquisadores acessar conhecimentos pré-existentes em livros, artigos, revistas e outros recursos, o que, por sua vez, sustenta a geração de novos insights. Além disso, a pesquisa documental concentra-se em reunir informações de natureza puramente documental, como relatórios e fotografias, que complementam a pesquisa.

1.4.4 Procedimento de análise de dados

Quanto à abordagem qualitativa adotada nesta pesquisa, ela envolve um processo reflexivo relacionado à realidade do objeto de estudo, permitindo ao pesquisador imergir no contexto, interagir diretamente com ele e obter uma compreensão mais profunda do que está sendo investigado (OLIVEIRA, 2007).

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em três capítulos que compõem uma abordagem abrangente sobre o impacto da fadiga do piloto nas operações aéreas. O primeiro capítulo apresenta a introdução, contextualizando a importância do tema e delineando os objetivos da pesquisa. O segundo capítulo aprofunda a compreensão por meio da fundamentação teórica, explorando conceitos relacionados à fadiga, sono, ciclo circadiano e sua relação com a segurança operacional na aviação. Por fim, o terceiro capítulo engloba as considerações finais, sintetizando os principais achados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FADIGA DO VOO EM VIAGENS DE LONGO-CURSO

A fadiga do voo é uma condição psicofisiológica que surge quando as demandas do trabalho se estendem por um período prolongado, levando a uma queda nas habilidades e prejudicando o estado de alerta. Ou seja, a fadiga ocorre devido às tarefas profissionais desgastantes que causam exaustão, tanto física quanto mental. Ela pode ser desencadeada por várias circunstâncias, incluindo a falta de sono, longos períodos de trabalho e as frequentes mudanças nos fusos horários. Essa situação representa um verdadeiro risco para a segurança das operações aéreas, uma vez que tem um impacto negativo sobre o desempenho dos membros da tripulação. Pesquisas sugerem que a fadiga pode estar relacionada a aproximadamente 20% dos acidentes aéreos (QUINTINO; SANTOS, 2020).

Como colocam os autores Licati *et al.* (2010, p. 112) “a fadiga não é um fenômeno unidimensional, mas é o produto de vários fatores que estão relacionados ao ciclo circadiano, tempo acordado, débito de sono, entre outros”. Brown e Filtness (2023) mencionaram um estudo realizado pela National Transportation Safety Board (NTSB) que analisou 37 acidentes aéreos graves envolvendo tripulações de voo. O objetivo do estudo foi entender como diferentes fatores, como o tempo desde que as pessoas acordaram, os ritmos circadianos (como a hora do dia e as mudanças de fusos horários) e os horários de trabalho, contribuíram para a ocorrência de erros nessas situações. O estudo revelou que a tripulação de voo se tornava mais vulnerável a cometer erros à medida que passava mais tempo acordada. Mais especificamente, os copilotos que estavam acordados por mais de 11 horas e os comandantes que estiveram acordados por mais de 12 horas cometeram um número significativamente maior de erros na tomada de decisões, em comparação com aqueles que estavam acordados por menos tempo (BROWN; FILTNESS, 2023).

Segundo o estudo de Reis *et al.* (2013), pilotos de voos de médio e curto curso exibiram os níveis mais altos de fadiga em comparação com os voos de longa distância. Isso pode ser justificado por diversos motivos, como a necessidade de decolar e aterrissar com maior frequência ao longo do dia. Por outro lado, os pilotos de longo curso frequentemente enfrentam a fadiga devido a sua maior exposição a

voos noturnos, *jet lag* e à perturbação do ciclo sono/vigília, que interfere no ritmo da temperatura corporal.

Os pilotos que operam em companhias aéreas de voos de longa distância frequentemente encaram uma rotina de trabalho pouco convencional, que inclui horários matutinos bem cedo, turnos prolongados, trabalho noturno e adaptações rápidas aos fusos horários. Esses horários desafiantes, que resultam em perda de sono, longas horas de vigília e distúrbios nos ritmos circadianos, têm o potencial de levar a níveis significativos de fadiga para os pilotos em algumas de suas jornadas de voo (ROACH *et al.*, 2011).

A fadiga e a vigilância dos pilotos desempenham papéis críticos na manutenção da segurança operacional. No entanto, os pilotos que realizam voos intercontinentais, de longa distância, são particularmente suscetíveis a experimentar fadiga e sonolência devido a fatores como o *jet lag*, jornadas de trabalho prolongadas e a perturbação dos ritmos biológicos (LI *et al.*, 2022).

É importante saber que voos de curta distância são aqueles com duração inferior a 8 horas, enquanto voos de longa distância são aqueles com duração igual ou superior a 8 horas, esses últimos são aqueles que ocorrem em dois ou mais fusos horários. Nesse contexto, a fadiga, quer seja sentida subjetivamente ou manifestada fisicamente, é uma situação delicada que afeta a habilidade de alguém se manter alerta e acordado enquanto realiza ações de direção segura ou opera um veículo. Além disso, a fadiga pode tornar mais difícil avaliar o quão cansados realmente estamos. No caso dos pilotos de linhas aéreas, é comum que associem sua fadiga a voos noturnos, *jet lag*, necessidade de acordar muito cedo, pressões de tempo, múltiplas etapas de voo, longos períodos de trabalho consecutivos e dias extensos sem pausas adequadas para descanso. Além disso, fatores como as condições climáticas, turbulência e as mudanças nos fusos horários também podem desempenhar um papel significativo (HAMSAL; ZEIN, 2019).

2.1.1 Impactos do voo de longo curso

O estudo da relação entre o ciclo circadiano e sono é fundamental para a compreensão dos aspectos físicos e biológicos que podem levar à fadiga. Licati *et al.* (2010) destaca que o ciclo circadiano tem uma duração média de 24 horas e exerce

um papel fundamental na regulação das funções do corpo humano. Também, conhecido como “relógio biológico”, atender a esse ritmo é imprescindível para manutenção de uma vida saudável.

Conforme descrito por Kosmadopoulos (2023, p. 182):

O ciclo sono-vigília humano é geralmente composto por um único período de vigília e um grande episódio de sono a cada 24 horas. Essa alternância de sono e vigília normalmente coincide com o ciclo diário claro-escuro, de modo que o sono ocorre à noite e a vigília ocorre durante o dia. Ao longo do último século, esta ritmicidade passou a ser entendida como um produto de mecanismos biológicos gerados internamente, e não como um hábito culturalmente engendrado (KOSMADOPOULOS, 2023, p. 182, tradução nossa).

Segundo Araújo (2007, p. 285) esses ritmos sofrem interferência de uma variedade de fatores ao redor, como a hora do dia observada relógio, se está claro ou escuro e até mesmo as mudanças de temperatura. Em suma, o corpo humano segue um ciclo natural de sono e vigília que está intimamente ligado aos padrões de luz e escuridão no ambiente. Contudo, de acordo com Licati *et al.* (2010), embora o ritmo circadiano tenha uma duração de 24 horas, ele é capaz de funcionar de maneira dessincronizada, especialmente em condições extremas, como quando há falta de luz solar ou completa escuridão.

Jet lag é uma condição temporária causada pelo desalinhamento entre o ciclo circadiano do indivíduo e os horários externos, observada em viagens que ultrapassam pelo menos dois fusos horários. Se trata de um fenômeno que ocorre quando se viaja por diferentes fusos horários, fazendo com que a maioria das pessoas experimente um descompasso temporário entre o horário local do novo destino e o relógio biológico, que regula os ritmos naturais do corpo e da mente (HERXHEIMER, 2014).

Logo, conforme colocado por Sack *et al.* (2007), o *jet lag* geralmente se manifesta após voos que envolvem a travessia de vários fusos horários, o que resulta em uma rápida mudança do ciclo dia-noite local. Por exemplo, as pessoas chegam ao seu destino durante o dia, enquanto na região de origem é noite (este é o fator causal). Essa mudança rápida leva a um desajuste entre os ritmos biológicos de um indivíduo e o ciclo de luz e escuridão do novo local (este é o mecanismo subjacente).

Mendonça (2020, p. 5) constatou em seu estudo que “em voos transcontinentais a bordo de longas jornadas em horários irregulares, alternando o

período de descanso, ocasionam uma ruptura no ciclo biológico do indivíduo”. De acordo com Pinto (2014), os sintomas do *jet lag* incluem dificuldade em ajustar o sono ao novo fuso horário, problemas para pegar no sono em voos para leste, acordar muito cedo em voos para oeste e ter um sono fragmentado em ambas as direções. Além disso, as pessoas podem sentir sonolência durante o dia, experimentar uma diminuição no estado de alerta, ter seu desempenho físico e mental prejudicado, sentir fadiga, irritabilidade, dores de cabeça, dificuldade de concentração, alterações no humor, queixas gastrointestinais e mudanças no apetite. Esses sintomas do *jet lag* são bastante semelhantes aos sintomas de fadiga após uma viagem de longa distância, por exemplo.

Araújo (2007) mencionou um estudo com 739 pilotos que operam em voos de curta e longa duração, com o objetivo de entender como eles percebem a fadiga. Descobriu-se que 59% dos pilotos relataram sentir fadiga, enquanto 45% mencionaram experimentar sintomas de *jet lag*. Em ambos os tipos de voos, os pilotos associaram a fadiga à falta de sono, principalmente devido ao trabalho noturno, voos noturnos, *jet lag* e acordar cedo demais. É importante levar em consideração esses fatores como possíveis causas quando investigamos acidentes. Conforme colocado por Araújo (2007, p. 287) “o *jet lag* é considerado uma maldição das viagens aéreas porque resulta em perda da eficiência no trabalho e no prazer de férias, freqüentemente por dias após a chegada.”

2.2 IMPACTO DA FADIGA NA SEGURANÇA OPERACIONAL

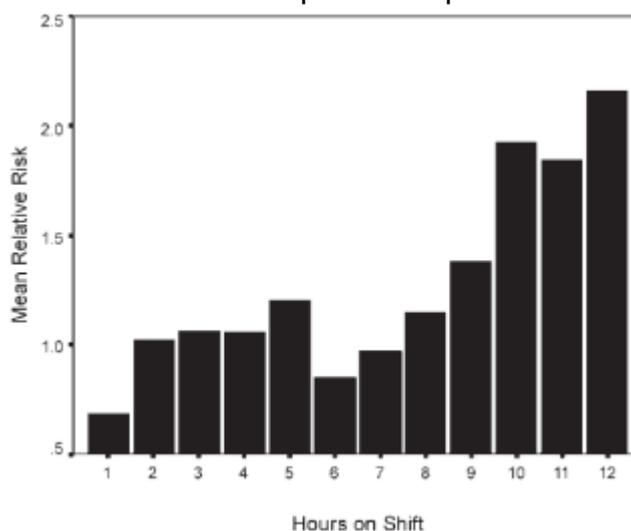
O nível de alerta demonstrado pelo piloto é fundamental para garantir a segurança do voo e a execução adequada de suas responsabilidades. Geralmente, as equipes que operam voos internacionais se veem em situações em que precisam cumprir tarefas durante um período do dia em que as pessoas costumam sentir mais cansaço. A falta de sono e a sonolência afetam negativamente o desempenho no trabalho, com impactos notáveis na atenção dos pilotos, principalmente em voos de longa duração e ultralongo alcance (LI *et al.*, 2022).

O sono de uma pessoa pode ser perturbado por várias razões, como problemas de saúde, estilo de vida agitado ou demandas da sociedade, afetando sua capacidade de restaurar as funções cerebrais. Durante o sono reparador, muitos

processos fisiológicos essenciais ocorrem, logo quando o corpo é privado desses processos, pode levar a alterações de humor, sonolência, irritabilidade, fadiga, dificuldade de concentração e confusão. Distúrbios do sono podem tornar impossível para uma pessoa obter um sono reparador, mesmo que tente dormir por um longo período (CARMO, 2013).

Nesse sentido, importa discutir os efeitos do que é chamado "vigília prolongada", que, essencialmente, se refere à privação de sono e está relacionada à disfunção progressiva da saúde mental e comportamento do sistema nervoso. De acordo com o que a Figura 1 ilustra, em jornadas de trabalho que variam de 7 a 12 horas, o risco de acidentes duplica quando se atinge a 12^a hora.

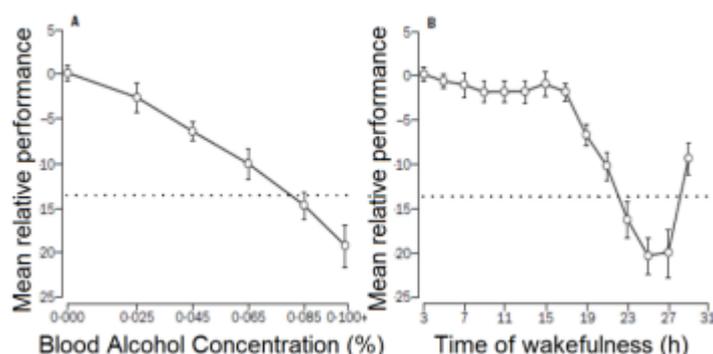
Figura 1 - Risco médio de acidentes ocupacionais por horas de jornada de trabalho



Fonte: Pellegrinelli *et al.* (2022, p. 5).

Ao analisar a comparação entre a vigília prolongada e os efeitos do álcool no sangue, como mostrado na Figura 2, podemos notar que o desempenho de alguém que ficou acordado por 24 horas é semelhante ao de uma pessoa com uma concentração de álcool no sangue de 0,1%. Isso destaca como a privação de sono pode ter um impacto significativo na capacidade de uma pessoa se manter alerta e focada.

Figura 2 - Alteração do estado de alerta em virtude do tempo acordado

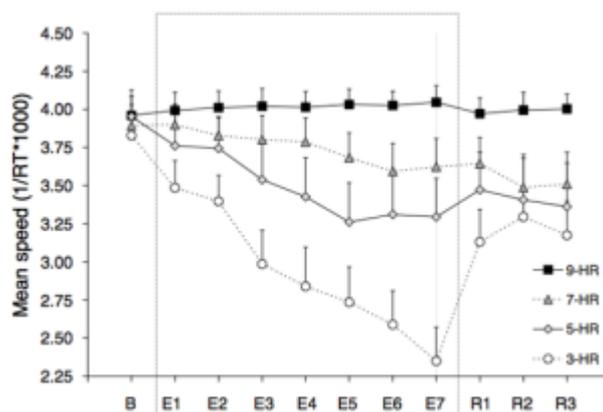


Fonte: Pellegrinelli *et al.* (2014, p. 6).

Uma concentração de álcool no sangue de 0,1% pode desencadear uma série de efeitos no organismo e no comportamento de uma pessoa, incluindo aumento na frequência cardíaca e na respiração, o que pode ser preocupante em situações que exigem atenção constante. Também pode levar a uma diminuição das funções de vários centros nervosos, afetando a capacidade de processar informações e tomar decisões críticas. Comportamentos inconsistentes na execução de tarefas podem ocorrer, assim como a diminuição da capacidade de discernimento e a perda da inibição. Esses efeitos destacam a importância de manter a sobriedade e a atenção em situações que envolvem responsabilidades críticas (KLINGER *et al.*, 2022).

Outro aspecto importante é a relação entre o estado de alerta e o tempo acordado, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Relação entre a velocidade de reação e a restrição do sono



Fonte: Pellegrinelli *et al.* (2014, p. 6).

O estado de alerta atinge o ponto mais alto após 18 horas acordado, mas, ao comparar o estado de alerta com o tempo acordado, percebemos que ele permanece elevado por cerca de 4 horas. Após esse período, há uma queda acentuada no estado de alerta (PELLEGRINELLI *et al.*, 2014).

As programações de trabalho dos pilotos podem ser bastante irregulares, com destaque para os horários de início e término do trabalho. Por exemplo, quando estão no turno matutino, normalmente começam a trabalhar nas primeiras horas da madrugada. Isso, somado ao tempo que gastam se deslocando entre casa, hotel e local de trabalho, a qualidade do sono pode ser afetada negativamente. Isso ocorre principalmente devido ao fato de que eles precisam acordar em horários em que geralmente estão mais sonolentos, por volta das 3h ou 4h, o que pode impactar significativamente sua capacidade de descansar adequadamente (MARQUEZE *et al.*, 2017).

A sensação de sonolência e o risco de adormecimento involuntário são frequentemente relatados por pilotos ao descreverem sua experiência com a fadiga durante o voo. Quando alguém está fatigado, sua capacidade de permanecer alerta diminui, o que pode levar ao início de um estado de sonolência. Assim, se essas pessoas não conseguirem o descanso necessário, essa sonolência pode levar à ocorrência de "microssonos", que são breves episódios de sono incontrolável. Essa sonolência reduz o estado de alerta do piloto e pode resultar em episódios não intencionais de sonolência, prejudicando seu desempenho (JAGT *et al.*, 2021).

Portanto, a fadiga dos pilotos representa uma preocupação crítica em voos de longa duração e ultralongo alcance, com o risco de sonolência afetar adversamente o desempenho e a segurança. A privação de sono, a "vigília prolongada", o fuso-horário e os desafios dos horários irregulares de trabalho que perturbam o ciclo circadiano podem impactar na segurança operacional do voo, exigindo uma medida de estratégias para o gerenciamento do risco da fadiga.

2.3 GERENCIAMENTO DO RISCO DA FADIGA

Um gerenciamento eficaz da fadiga deve levar em consideração o tempo total dedicado pelos tripulantes às suas jornadas de trabalho. Isso implica em avaliar não apenas a duração dos voos em si, mas também todo o período que abrange desde

antes do voo até o seu término. Adicionalmente, é importante considerar as etapas intermediárias, caso existam, entre o início e o final do voo (KANASHIRO, 2013).

Organização Internacional da Aviação Civil (OACI, 2004 *apud* KANASHIRO, 2013, p. 193):

(...) a duração do trabalho das tripulações deve ser abordada sob dois principais aspectos: a duração do voo e a jornada de trabalho, que inclui não somente o voo, mas o envolvimento antes e após o voo e entre as etapas, se for o caso. Dessa forma, apesar das considerações sobre a multiplicidade dos fatores envolvidos na gênese da fadiga, a abordagem preventiva adotada internacionalmente consiste, basicamente, em regulamentações sobre os períodos mínimos de descanso e a duração máxima da jornada de voo das tripulações.

No Brasil, o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 117 é um instrumento fundamental no setor de aviação que visa estabelecer padrões e diretrizes para o gerenciamento do risco de fadiga humana em operações aéreas, particularmente em viagens de longo curso. Uma das estratégias recomendadas pelo RBAC 117 é a definição de limites rigorosos para a jornada de trabalho e horas de voo dos pilotos, visando assegurar que os pilotos tenham tempo suficiente para descansar e recuperar-se adequadamente, reduzindo o risco de fadiga, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Repouso mínimo regulamentar após uma jornada

Duração da jornada	Repouso mínimo regulamentar
Até 12 horas	12 horas
Entre 12 horas e 15 horas	16 horas
Acima de 15 horas	24 horas

Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

Em situações em que ocorre a transposição de três ou mais fusos horários durante uma única etapa da viagem, as regulamentações preveem a extensão do período de descanso na base contratual, acrescentando duas horas para cada fuso horário transposto, conforme estabelecido no artigo 49 da Lei 13.475/17. Além disso, quando não se encontra disponível meio de transporte ao término da jornada, o cálculo do período de repouso tem início a partir do momento em que o transporte é disponibilizado à tripulação. Estas medidas visam garantir a conformidade com as normas que levam em consideração as necessidades de repouso dos tripulantes,

particularmente quando enfrentam mudanças significativas de fuso horário durante suas jornadas (BRASIL, 2017).

Quadro 2 - Limites de jornada, tempo de voo e pousos

Modalidade de operação	Jornada	Tempo de voo	Pousos
Mínima/simples	9 horas	8 horas	4
Composta	12 horas	11 horas	5
Revezamento	16 horas	14 horas	4

Fonte: Adaptado de Brasil (2017).

Outra exigência importante do RBAC 117 é o conceito de aclimação e a disponibilização de acomodações apropriadas, conforme características do voo. A “aclimação” envolve o processo pelo qual o corpo de um membro da tripulação se adapta ao fuso horário de sua localização. O estado de "aclimação desconhecido" ocorre quando essa adaptação não foi concluída devido a mudanças rápidas no fuso horário. O RBAC 117 leva em consideração esses estados de aclimação ao calcular a duração máxima da jornada e o tempo máximo de voo permitido. Quando um tripulante inicia uma jornada ou período de descanso em um local com três ou mais fusos horários de diferença em relação ao local de origem, seu estado de aclimação é determinado pelo tempo decorrido desde o início da jornada no local original (BRASIL, 2019).

Um tripulante aclimatado não pode ser designado para uma jornada com duração maior do que o especificado no Quadro 3, de acordo com a hora aclimatada referente ao início da jornada e o número de etapas a serem voadas, a menos que ele faça parte de tripulação composta ou de revezamento.

Quadro 3 – Hora aclimatada de tripulação mínima ou simples aclimatado

Hora aclimatada referente ao início da jornada	Duração máxima da jornada e tempo máximo de voo (entre parênteses) de acordo com o número de etapas a serem voadas (em horas)				
	1-2	3-4	5	6	7+
06:00-06:59	11 (9)	11 (9)	10 (8)	9 (8)	9 (8)
07:00-07:59	13 (9,5)	12 (9)	11 (9)	10 (8)	9 (8)
08:00-11:59	13 (10)	13 (9,5)	12 (9)	11 (9)	10 (8)
12:00-13:59	12 (9,5)	12 (9)	11 (9)	10 (8)	9 (8)
14:00-15:59	11 (9)	11 (9)	10 (8)	9 (8)	9 (8)
16:00-17:59	10 (8)	10 (8)	9 (8)	9 (8)	9 (8)
18:00-05:59	9 (8)	9 (8)	9 (7)	9 (7)	9 (7)

Fonte: Brasil (2017).

Um tripulante que se encontra aclimatado em uma operação com tripulação composta ou de revezamento não pode ser atribuído a uma jornada ou tempo de voo que exceda os limites especificados nos Quadros 4 e 5. Esses limites são determinados com base na hora em que o tripulante está aclimatado, na classe de acomodação a bordo da aeronave e no tipo de tripulação envolvida. Isso é essencial para garantir o cumprimento das regulamentações e a segurança durante as operações aéreas.

Quadro 4 – Hora aclimatada para tripulantes de voo

Hora aclimatada referente ao início da jornada	Duração máxima da jornada e tempo máximo de voo (entre parênteses), de acordo com a classe de acomodação a bordo da aeronave e o tipo de tripulação (em horas) – Tripulantes de voo						
	Classe de acomodação	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
	Tipo de tripulação	Composta	Revezamento	Composta	Revezamento	Composta	Revezamento
06:00-06:59		15 (13,5)	17 (15,5)	14 (12,5)	16 (14,5)	13 (11,5)	14 (12,5)
07:00-13:59		16 (14,5)	18 (16,5)	15 (13,5)	17 (15,5)	14 (12,5)	15 (13,5)
14:00-17:59		15 (13,5)	17 (15,5)	14 (12,5)	16 (14,5)	13 (11,5)	14 (12,5)
18:00-05:59		14 (12,5)	16 (14,5)	13 (11,5)	14 (12,5)	12 (10,5)	13 (11,5)

Fonte: Brasil (2019).

Quadro 5 – Hora aclimatada para tripulantes de cabine

Hora aclimatada referente ao início da jornada	Duração máxima da jornada e tempo máximo de voo (entre parênteses), de acordo com a classe de acomodação a bordo da aeronave e o tipo de tripulação (em horas) – Tripulantes de cabine				
	Classe de acomodação	Classe 1 ou Classe 2		Classe 3	
	Tipo de tripulação	Composta	Revezamento	Composta	Revezamento
06:00-06:59		15 (13,5)	17 (15,5)	14 (12,5)	16 (14,5)
07:00-13:59		16 (14,5)	18 (16,5)	15 (13,5)	17 (15,5)
14:00-17:59		15 (13,5)	17 (15,5)	14 (12,5)	16 (14,5)
18:00-05:59		14 (12,5)	16 (14,5)	13 (11,5)	14 (12,5)

Fonte: Brasil (2019).

Conforme definido pelo RBAC 117, para calcular os limites máximos de jornada de um tripulante em estado desconhecido de aclimatação, é necessário subtrair 1 hora dos valores listados nos quadros 3, 4 e 5.

Quadro 6 – Acomodações

Classe 1	Cama ou superfície horizontal; separada da cabine de comando e da cabine de passageiros; com controle de iluminação e isolamento sonoro.
Classe 2	Assento na cabine de passageiros, com recline de 45° ou mais em relação à vertical; separado dos passageiros por cortina; livre de perturbações de passageiros ou membros da tripulação.
Classe 3	Assento na cabine de comando ou na cabine de passageiros com recline de 40° em relação à vertical, seja separada dos passageiros por pelo menos uma cortina para possibilitar escurecimento, e não seja adjacente a nenhum assento de passageiros;

Adaptado de Brasil (2019).

Por fim, o regulamento também enfatiza a importância do monitoramento da fadiga. Os operadores são obrigados a implementar sistemas de monitoramento que avaliem a fadiga dos pilotos antes e durante os voos. Isso permite a identificação precoce de riscos de fadiga e a tomada de medidas adequadas para mitigá-los. Em resumo, o RBAC 117 desempenha um papel fundamental na promoção da segurança nas operações aéreas de viagens de longo curso, ao priorizar o gerenciamento da fadiga e garantir que os pilotos estejam em suas melhores condições para voar (BRASIL, 2019).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve por objetivo analisar a fadiga do piloto em voos *de longa distância visando aprimorar a segurança e o bem-estar na aviação civil brasileira*, é possível destacar os principais resultados alcançados. A metodologia adotada, revisão bibliográfica e documental com abordagem qualitativa, proporcionou uma compreensão aprofundada da fadiga do piloto em voos de longa distância, considerando fatores como sono, ciclo circadiano, *jet lag* e impactos na segurança operacional. No embasamento teórico, autores como Licati et al. (2010), Brown e Filtness (2023), e outros, forneceram *insights* valiosos sobre a complexidade da fadiga do voo e suas implicações na aviação civil.

No primeiro objetivo específico, foi explorada a relação entre sono, ciclo circadiano e fadiga dos pilotos. Foi observado que a fadiga, muitas vezes desencadeada por condições como a falta de sono e mudanças nos fusos horários, apresenta-se como um risco substancial para a segurança operacional, influenciando diretamente o desempenho da tripulação, podendo levar à fadiga.

No segundo objetivo específico, a avaliação do impacto da fadiga do piloto nas operações aéreas revelou que essa condição exerce uma influência direta nas decisões dos pilotos, comprometendo não apenas a capacidade de tomada de decisões, mas também afetando a atenção, concentração e tempo de reação. O estudo mostrou aproximadamente 20% dos acidentes aéreos podem estar diretamente relacionados à fadiga, destacando a importância de abordar e mitigar seus efeitos na esfera da aviação civil brasileira, especialmente no contexto de voos de longa distância, nos quais as demandas físicas e cognitivas podem ser intensificadas.

Por fim, na identificação de práticas de gerenciamento de fadiga em voos de longa distância, destacou-se a importância das regulamentações como o RBAC 117, que estabelecem limites rigorosos para jornadas de trabalho e horas de voo. Essa abordagem regulatória é crucial para reconhecer e lidar com os desafios específicos associados a voos prolongados. É válido ressaltar que o RBAC 117 não apenas define limites, mas também incorpora períodos de descanso adequados, reconhecendo a importância não apenas das restrições, mas também da qualidade do tempo de repouso.

Diante do problema da pesquisa, que questiona o impacto da fadiga do piloto na segurança e bem-estar na aviação civil brasileira, os resultados apontam para a necessidade urgente de abordagens mais eficazes no gerenciamento da fadiga, considerando a peculiaridade dos voos de longa distância.

Portanto, acredita-se que este estudo contribuiu para a compreensão da fadiga do piloto em voos de longa distância na aviação civil brasileira, ressaltando a importância do gerenciamento eficaz desse fenômeno para a segurança operacional. No entanto, há desafios a serem superados, e novas pesquisas são necessárias para aprimorar ainda mais as estratégias de prevenção e gerenciamento da fadiga, visando garantir voos mais seguros e o bem-estar dos profissionais envolvidos. Dessa forma, sugere-se, para futuras pesquisas, a realização de estudos mais abrangentes que envolvam análises empíricas e colaborações com companhias aéreas brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, AJ. **Medicina das viagens aéreas**. In: JANSEN, JM., et al., orgs. Medicina da noite: da cronobiologia à prática clínica [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2007. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/3qp89/pdf/jansen-9788575413364-21.pdf> Acesso em: 25 set. 2023.
- BENFICA, M.; SILVA, T. A. Aviação Particular no Brasil: Proposta de *checklist* para monitorar a fadiga e reduzir fatores humanos correlatos. **R. bras. Av. civil. ci. Aeron.**, Florianópolis, v. 1, n. 5, p. 68-93, nov-dez. 2021.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 117**. Requisitos para gerenciamento de risco de fadiga humana. Brasília, DF: ANAC, 2019. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-117/@@display-file/arquivo_norma/RBAC117EMD00.pdf Acesso em: 01 out. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 13.475, de 20 de junho de 2017**. Regulamenta o exercício da profissão de aeronauta. Brasília, DF: Presidência da República, 2017.
- BROWN, C. M. R.; FILTNESS, A. J. **The Handbook of Fatigue Management in Transportation**. Boca Raton: CRC Press, 2023.
- CARMO, O. F. **O estudo da fadiga na pilotagem de helicópteros da polícia militar do Estado de São Paulo**. 2013. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública) - Centro de Altos Estudos de Segurança da Polícia Militar do Estado de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2015/03/DISSERTA%C3%87%C3%83O-OSCAR.pdf> Acesso em: 26 set. 2023.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. **Série Educação à Distância**. UFRGS: 2009.
- HAMSAL, M; A ZEIN, F. Pilot Fatigue Risk Analysis: Conceptual Study at Flight Operation of Garuda Indonesia's Boeing 737 Pilots. **Iop Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 598, n. 1, p. 012040, 1 ago. 2019.
- HERXHEIMER, A. Jet lag. **BMJ Clin Evid.**, v. 29, n. 3, p. 1-16, 2014.
- JAGT, Y. Q. W. *et al.* Fatigue in aviation: Safety Risks, preventive strategies and pharmacological interventions. **Frontiers in Physiology**, v. 12, n. 7, p. 1-20, 2021.
- KLINGER, M. *et al.* Condução de veículos motorizados após consumo de bebidas alcoólicas segundo dados da pesquisa Vigitel-SP, edições 2012/2013, 2014 e 2020. **Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 19, n. 217, p. 1-10, 2022.
- KOSMADOPOULOS, A. **Sleep Pressure and Circadian Rhythms**. In: The Handbook of Fatigue Management in Transportation. Boca Raton: CRC Press, 2023.

LI, J. *et al.* Fatigue during Long-Haul Flights of Different Crew Compositions under Exemption from Layover and Flight Time during COVID-19. **Int J Environ Res Public Health**, v. 19, n. 20, p. 1-16, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36294147/> Acesso em: 20 set. 2023.

LICATI, P. R. *et al.* Ferramenta de apoio ao gerenciamento da fadiga para pilotos da aviação comercial brasileira. **R. Conex. SIPAER**, v. 1, n. 2, p. 112-126, 2010.

MARQUEZE, E. C. *et al.* Jornadas de trabalho associadas a cochilos não intencionais entre pilotos da aviação regular. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, n. 61, p. 1-10, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/49H8vbZQJnRvvRvdxmpWYff/?lang=pt> Acessível em: 27 set. 2023.

MENDONÇA, R. O. **Distúrbios do ciclo circadiano: um estudo sobre Jet Lag**. 2020. 48f. Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2020. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8417/1/MONOGRAFIA%20JET%20LAG_PDFa%20-%20Copia%20-%20Copia.pdf Acesso em: 25 set. 2023.

NOVAK, M. **Como eram as viagens internacionais de avião na década de 1930**. 2013. Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/viagens-aereas-1930/> Acesso em: 30 set. 2023.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis: Vozes, 2007.

PELLEGRINELLI, A. T. **Análise da Fadiga no Tripulante de Aviação Executiva**. 2014. 17f. Artigo Científico (Pós-graduação em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada) – Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, 2014.

QUINTINO, W. S; SANTOS, R. M. Os riscos da fadiga humana para a segurança operacional de voo. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 4, p. 18-32, 2020. Disponível em: 21 set. 2023.

ROACH, G. D. *et al.* Long-haul pilots use in-flight napping as a countermeasure to fatigue. **Appl Ergon.**, v. 42, n. 2, p. 214-218, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20673572/> Acesso em: 19 set. 2023.

SACK, R. L. *et al.* Circadian Rhythm Sleep Disorders: Part I, Basic Principles, Shift Work and Jet Lag Disorders. **Sleep**, v. 30, n. 11, p. 1460-1483, 2007.