



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
RICARDO MACEDO MOREIRA

OS EFEITOS DA PRIVAÇÃO DE SONO NA SEGURANÇA DE VOO

Palhoça

2019



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
RICARDO MACEDO MOREIRA

OS EFEITOS DA PRIVAÇÃO DE SONO NA SEGURANÇA DE VOO

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

Profa. Dra. Conceição Aparecida Kindermann

Palhoça

2019

RICARDO MACEDO MOREIRA

OS EFEITOS DA PRIVAÇÃO DE SONO NA SEGURANÇA DE VOO

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 Graduação em Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 11 de junho de 2019.

Profª. Orientadora Conceição Aparecida Kindermann, Dra.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Joel Irineu Lohn, MsC.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha mãe, Sandra e aos meus avós, Odon e Joana. Sem o amor incondicional, carinho e incentivo de vocês eu não seria nada do que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fernanda Ferreira da Costa, minha esposa, companheira e amiga, que me incentivou e teve paciência de suportar minha ausência, cansaço e stress durante o curso de Ciências Aeronáuticas e a elaboração deste TCC.

Jamais esquecerei a conversa com o Comandante Ubiratan, que me levou a iniciar meus estudos na Unisul.

Tenho uma “dívida aeronáutica” imensa com o Co-Piloto Bruschi, que me ajuda desde o curso teórico de Piloto Privado e sempre esteve disposto a colaborar em todos os momentos que precisei.

Por fim, não posso deixar de fora meu agradecimento ao Comandante Bien, ao Comandante Alfredo Menquini e a toda a equipe da ABRAPAC, que me deram suporte e material de qualidade para a confecção deste trabalho.

“Decisões acertadas vêm com a experiência e a experiência vem com as decisões erradas” (Autor desconhecido).

RESUMO

O presente trabalho tratou de um tema de grande relevância na aviação brasileira cuja importância ainda é levada a sério por poucos dos elos da corrente, que é o sono. Diferentemente da fadiga, que é uma condição, o sono pode estar presente em pilotos e comissários considerados “saudáveis” a qualquer momento, basta uma noite mal dormida. Esta pesquisa teve como objetivo compreender quais são os perigos que a falta de sono pode ocasionar em uma cabine de comando, durante as diferentes fases de voo bem como propor ações que possam ser desenvolvidas para mitigar os riscos. A metodologia utilizada, quanto ao nível ou objetivo, foi a pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa e qualitativa. Em relação aos procedimentos de coleta de dados, trata-se de uma pesquisa de campo, bibliográfica e documental. Na área médica, Marco Túlio de Mello (2008), com seu livro Sono, aspectos profissionais e suas interfaces na saúde, foi o principal autor pesquisado, além da Doutora em ciências, Elaine Marqueze (2014, 2016), que vem contribuindo com a aviação há alguns anos. No setor aeronáutico, foram utilizadas várias publicações dos comandantes Paulo Licati (2010), Alfredo Menchini (2015) e de outros autores. O trabalho mostrou como os efeitos do sono podem ser catastróficos, com tripulantes aquém das suas plenas capacidades físicas e operacionais, com falhas desde a fala até motoras e de dificuldade de julgamento. Por fim, foram apresentadas ferramentas que podem contribuir na confecção de uma escala com menos riscos de fadiga e com controle melhor do ciclo sono-vigília.

Palavras-chave: Sono. Aviação Civil. Fadiga. Tripulantes.

ABSTRACT, RESUME OU RESUMEN

The present work dealt with a subject of great relevance in Brazilian aviation whose importance is still taken seriously by few sectors, which is sleep. Unlike fatigue, which is a condition, sleep may be present in pilots and stewards who are considered "healthy" at any time, just a bad night's sleep would be enough. This research's goal is to show how sleepiness can be dangerous while flying an airplane, as well as some ways of mitigating these risks. The methodology used was the descriptive research, with quantitative and qualitative approach. About data collection procedures, this is a field, bibliographical and documentary research. In the medical field, Marco Túlio de Mello (2008), with his book *Sono, aspectos profissionais e suas interfaces na saúde*, was the main author researched, besides the Doctor in Sciences, Elaine Marqueze (2014), who has been contributing to aviation for some years. In the aeronautical sector several publications of the captains Paulo Licati (2010), Alfredo Menquini (2015) and others authors. The study showed how the effects of sleep can be catastrophic, with crew members falling short of their full physical and operational capabilities, with faults ranging from speech to motor and difficulty of judgment. Finally, tools were presented that could contribute to the elaboration of a scale with less risk of fatigue and better control of the sleep-wake cycle.

Keywords: Sleep. Civil Aviation. Fatigue. Crew Members.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Percepção dos fatores que causam fadiga no trabalho com pilotos brasileiros de linha aérea.....	17
Figura 2 – Ciclo sono vigília.....	26
Figura 3 – Tipos de acidentes aeronáuticos no Brasil.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Correlação entre o uso de álcool e a privação do sono.....	21
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação de desempenho por concentração de álcool no sangue e por tempo de vigília.....	21
Gráfico 2 – Qualidade do sono.	23
Gráfico 3 – Dificuldade para dormir no pernoite.	25
Gráfico 4 – Cochilo não intencional (PILOTOS).....	27
Gráfico 5 – Cochilo não intencional (COMISSÁRIOS).	28
Gráfico 6 – Deixar de realizar atividade pessoal para dormir.	29
Gráfico 7 – Mais de um dia de folga para recuperar o sono.....	29
Gráfico 8 – Sonolência ao final do dia de trabalho.	33
Gráfico 9 – Uso de remédios para dormir.	34
Gráfico 10 – Necessidade do sono.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Duração e qualidade do sono entre pilotos da aviação regular brasileira.....	31
Tabela 2 – Tempo para pegar no sono e duração do sono entre pilotos da aviação regular. ...	32
Tabela 3 – Necessidade de recuperação após o trabalho entre pilotos da aviação regular brasileira.	32
Tabela 4 – Relação entre a porcentagem de horas voadas e a porcentagem de erros cometidos a cada turno (SANTOS, 2005, p. 26).	39

LISTA DE SIGLAS

ABRAPAC	Associação Brasileira de Pilotos da Aviação Civil
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CRM	<i>Crew Resource Management</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAST TM	<i>Fatigue Avoidance Scheduling Tool</i>
FOQA	<i>Flight Operational Quality Assurance</i>
PF	<i>Pilot Flying</i>
PM	<i>Pilot Monitoring</i>
REM	<i>Rapid Eye Movement</i>
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
USAF	<i>United States Air Force</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	PROBLEMA DA PESQUISA.....	15
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo geral	15
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	JUSTIFICATIVA	16
1.4	METODOLOGIA.....	17
1.4.1	Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa	17
1.4.2	Sujeitos da pesquisa	18
1.4.3	Procedimentos de coleta de dados.....	18
1.4.4	Procedimentos de análise de dados.....	19
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	19
2	SONO E TRABALHO – DEFINIÇÕES E CORRELAÇÕES.....	20
2.1	EFEITOS FÍSICOS E MOTOROES CAUSADOS PELO SONO	20
2.2	CICLO CIRCADIANO E A ESCALA DE VOOS	22
2.3	TRABALHO VERSUS PRODUTIVIDADE E SONO	26
2.4	IMPORTÂNCIA DO SONO	33
3	ACIDENTES, AUTOMAÇÃO E FATOR HUMANO	36
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
	REFERÊNCIAS.....	43
	APÊNDICE	46

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, pode-se verificar o aumento na demanda de passageiros e, conseqüentemente, um aumento nas frotas de aeronaves das companhias aéreas brasileiras. Ao mesmo tempo, houve uma diminuição da proporção de funcionários por avião nas companhias, inclusive de pilotos e comissários.

A consequência dessa tendência é o acúmulo de funções por parte dos funcionários de cada setor responsável pelo despacho de um voo comercial, portanto, uma queda na qualidade do serviço prestado.

Sabe-se que cerca de 80% dos acidentes e incidentes aéreos ocorrem por falha humana e neste universo, cerca de 20% destes acidentes e incidentes são causados pela fadiga. (LICATI *et al.*, 2010). Dentre todos os fatores contribuintes da fadiga, um deles é a privação de sono.

Pois bem, se o fator humano é causador de 80% dos acidentes, por que não diminuir a participação deste elo no processo, ao mesmo tempo em que se aumenta as frotas, cada vez mais automatizadas?

Mas não é bem assim. Toda a operação demanda atenção e dedicação do homem. Um voo, em todo o seu processo, necessita de que cada setor trabalhe de forma profissional e dedicada, desde o planejamento do voo, peso e balanceamento da aeronave até seu abastecimento e manutenção. Todos somos um elo nessa corrente. Adicionalmente, com a automação cada vez maior dos aviões, faz-se ainda mais necessária a presença de um piloto capacitado e bem treinado no equipamento. Por mais que os aviões “voem sozinhos”, cabe ao piloto a tomada de decisão nos momentos de crise e é aí que entra a necessidade de uma mente e de um corpo descansados.

A fabricante de aviões McDonnell Douglas, desde 1995, relatava que: “indivíduos privados de sono começam a perder a capacidade de resistir aos comandos do cérebro para dormir, mesmo em situações de risco”. (VASCONCELOS; MILAGRES, 2014, p. 5).

E é exatamente em situações de risco que a tripulação deve estar alerta para ser assertiva nas decisões. E mesmo com toda essa automação já mencionada, uma situação de risco não é só uma pane ou um problema na cabine de passageiros. Fases críticas, como decolagem e pouso, demandam extrema atenção e cuidado. Na aviação, costuma-se dizer, na fase de pouso: “prepara-se o avião para uma arremetida, se der tudo errado, nós pousamos”.

É necessário estar alerta, consciente de tudo o que acontece ao redor, “voar na frente do avião”. Mas para que isto ocorra, o corpo e a mente devem estar descansados através de um sono de qualidade.

Com base nesses dados, este trabalho trata de uma questão muito comum no dia a dia da aviação comercial, porém pouco aprofundada nos abrangentes estudos de fadiga na aviação que é a especificidade da privação do sono e suas consequências para a segurança da operação. A ideia é isolar a falta de sono propriamente dita da fadiga.

Os estudos da fadiga levam em conta, além do sono, fatores externos, como atividades do dia a dia, problemas pessoais, de saúde e emocionais. Entretanto, em muitas ocasiões, a tripulação não está fadigada, mas apenas com sono, acarretando um cochilo não intencional dos pilotos durante o voo.

Será apresentada a ferramenta FASTTM, que visa mitigar o risco da fadiga dos pilotos da aviação comercial brasileira tendo como base uma fórmula prática e de embasamento científico (LICATI *et al.*, 2010), e seus resultados.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Quais os perigos que a falta de sono das tripulações técnicas e comerciais pode ocasionar numa cabine de comando durante as diferentes fases de voo? Quais ações podem ser desenvolvidas a fim de se mitigar o risco de um tripulante dormir durante o voo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Compreender quais são os perigos que a falta de sono pode ocasionar em uma cabine de comando durante as diferentes fases de voo bem como propor ações que possam ser desenvolvidas para mitigar os riscos.

1.2.2 Objetivos específicos

Obter dados sobre o sono e seu complexo funcionamento, assim como sua influência na atenção.

Identificar as principais dificuldades dos pilotos ao operar uma aeronave com sono.

Levantar dados sobre sono/cochilo involuntário durante o voo.

Estabelecer relações entre a falta de sono e os riscos durante a operação de uma aeronave.

Compartilhar dados estatísticos de pesquisas sobre sono e pilotagem de aeronaves divulgadas no Brasil e no exterior.

Contribuir para a segurança de voo.

1.3 JUSTIFICATIVA

Este tema foi escolhido por ser de grande relevância para a segurança de voo e do espaço aéreo, mas que não é abordado de forma significativa. A pesquisa pretende apresentar de forma clara a problemática do sono no *cockpit* de uma aeronave, assim como possíveis formas de se mitigar este risco.

A ideia nasceu ao longo de 11 anos de experiência como comissário de voo, por meio de longas conversas nas cabines de comando, principalmente durante voos de madrugada e nas manhãs e também após o início do curso prático de piloto comercial, em que a maioria das navegações são feitas no período da manhã e o aprendizado é bastante prejudicado devido ao sono.

O trabalho está pautado em pesquisas já publicadas pela ABRAPAC, USAF, NASA e FAA.

Figura 1 – Percepção dos fatores que causam fadiga no trabalho com pilotos brasileiros de linha aérea.

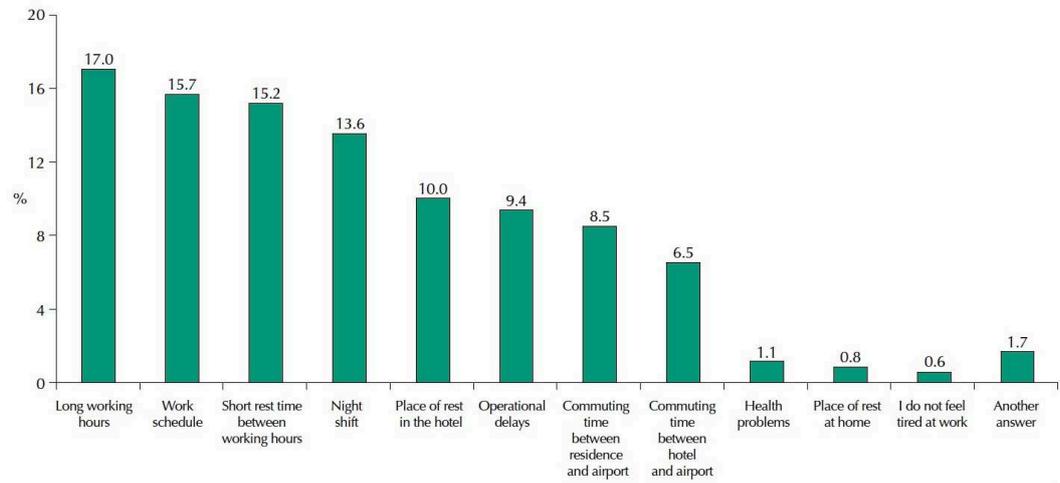


Figure. Perception of factors that cause fatigue at work among Brazilian airline pilots.

Fonte: Marqueze (2017).

Percebe-se, claramente, que os principais fatores causadores de fadiga decorrem de uma escala de voo mal gerenciada, mal elaborada e sem a preocupação necessária com relação ao tripulante.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa

Este trabalho quanto ao nível de profundidade caracteriza-se como uma pesquisa descritiva.

Foram feitas observações *in loco*, durante voos em horários considerados críticos, com abordagens quantitativas e qualitativas, além de pesquisa através de questionário.

1.4.2 Sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi feita através de formulário Google, com abordagem nacional, com pilotos e comissários de diferentes empresas aéreas e de diferentes setores da aviação civil (comercial, executiva e agrícola).

O link do questionário foi enviado por *WhatsApp* para os contatos pessoais do autor e para grupos relacionados à aviação, além da disponibilização do mesmo link no mailing semanal da ABRAPAC aos pilotos associados. O link com as questões foi enviado a um total de 1700 pilotos e 180 comissários, mas somente 220 pilotos e 106 comissários responderam, totalizando 316 tripulantes.

Das 9 questões do questionário, uma é voltada exclusivamente aos pilotos, uma é voltada exclusivamente aos comissários e as outras 7 são de caráter geral aos tripulantes.

1.4.3 Procedimentos de coleta de dados

Esta pesquisa quanto aos procedimentos de coleta de dados, trata-se de uma pesquisa de campo, bibliográfica e documental. O universo da pesquisa é o setor aeronáutico – pilotos e comissários, que são os profissionais diretamente ligados à operação e responsáveis pela segurança de voo e seus dados serão coletados através de questionários a serem elaborados futuramente com dados relevantes ao tema e serão analisados pelo autor com base nas publicações estudadas.

Os dados foram coletados através de questionários aplicados a tripulantes técnicos (pilotos) e tripulantes comerciais (comissários), além de análise documental de fontes de publicações aeronáuticas, com dados técnicos sobre a operação de aeronaves e requisitos para tal. Também bibliográfica, como publicações médicas/de saúde, com estudos sobre o sono e seus efeitos na saúde da população em geral e pilotos de aeronaves.

1.4.4 Procedimentos de análise de dados

Os dados foram analisados através de tabelas geradas automaticamente pelo Google, com o número de cada resposta e sua respectiva porcentagem no universo pesquisado.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está dividido em 4 capítulos. No presente capítulo, a pesquisa é apresentada, assim como o problema da pesquisa, objetivos, justificativas e metodologia. O segundo capítulo é a base deste trabalho, em que são apresentados os resultados da pesquisa do autor, juntamente com a correlação entre o sono e o trabalho do tripulante, seus aspectos físicos e motores na pilotagem de um avião, além de explicações sobre o sono, o ciclo circadiano e das escalas de voo dos tripulantes. Além disso, o capítulo ainda trata da produtividade do tripulante sob a condição de sono e a importância do sono para o corpo humano. O terceiro capítulo trata de dois dos elos da tríade da segurança de voo: “o homem, o meio e a máquina”. Tendo o foco no elo Fator Humano, este capítulo mostra a implicação do sono como fator contribuinte para a ocorrência de incidentes e acidentes, além disso o elo máquina também é correlacionado ao sono, no que tange a grande automação dos seus sistemas e a pequena participação do piloto durante o voo. Por fim, o quarto e último capítulo apresenta uma conclusão do trabalho e de toda a pesquisa feita, apresentando algumas possibilidades de melhoria quanto a confecção de escalas de voo.

2 SONO E TRABALHO – DEFINIÇÕES E CORRELAÇÕES

Neste capítulo, são apresentados aspectos físicos e motores do sono em relação à pilotagem, ciclos circadianos e escala de voos, trabalho versus produtividade e sono e a importância do sono. Faz-se uma associação importante entre a jornada do aeronauta, que trabalha sob o regime de escala de voos e não tem uma rotina de horários para dormir e acordar com a especificidade da profissão, a atitude assertiva e a capacidade de tomada de decisão podem fazer a diferença entre um voo seguro e um acidente.

2.1 EFEITOS FÍSICOS E MOTOROS CAUSADOS PELO SONO

Segundo Vasconcelos *et al.* (2018), no artigo “Análise Acústica da Fala para Detecção de Fadiga e Sonolência em Aviador”, o sono é reconhecido como causa determinante em alguns acidentes e incidentes relacionados ao erro humano na aviação. No artigo em questão, o estudo da fala pôde apresentar indícios de sonolência em diversos acidentes e incidentes aeronáuticos.

O estado de saúde, e em particular a qualidade de sono, também são afetados pelas condições de trabalho, que incluem, ainda, os aspectos relacionados ao controle das operações, à natureza das tarefas executadas, ao grau de responsabilidade no trabalho, à severidade dos erros cometidos e às más relações no trabalho. Há, portanto, necessidade de avaliações contínuas dos agentes que possam desencadear sintomas, lesões e doenças, devendo ser desenvolvidos esforços para promover continuamente a saúde no trabalho, os quais proporcionarão o equilíbrio desejável entre a capacidade funcional do trabalhador e as demandas do seu trabalho. (MELLO, 2008, p. 2).

De acordo com Samantha Rajaratnam (2001), 19 horas sem dormir equivalem a 6 copos de cerveja ou 3 copos de vinho para um homem de 90kg, já 24 horas sem dormir, apenas 5 horas a mais, equivalem a 12 copos de cerveja ou 6 copos de vinho para os mesmos 90kg de massa corporal. O dobro de equivalência de teor alcoólico em um período muito pequeno de tempo, conforme também pode ser visualizado no quadro abaixo.

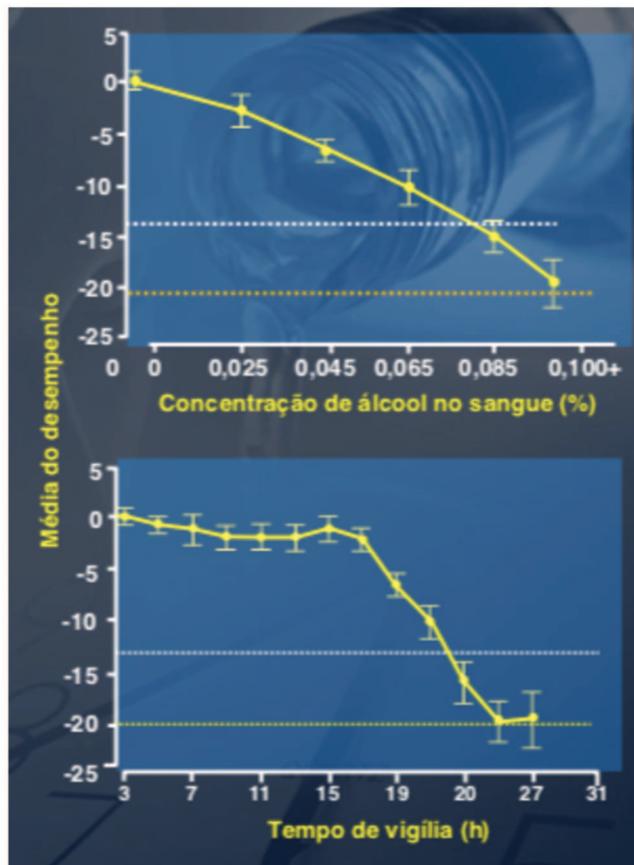
Quadro 1 – Correlação entre o uso de álcool e a privação do sono.

Concentração de álcool no sangue.	Horas acordado (h)
0,000	3
0,025	7
0,045	11
0,065	15
0,085	19
0,100	23

Fonte: Rajaratnam (*apud* MELLO *et al.*, 2008, p.44).

O gráfico abaixo mostra claramente como a média de desempenho cai progressivamente conforme o tempo de vigília aumenta.

Gráfico 1 – Comparação de desempenho por concentração de álcool no sangue e por tempo de vigília.



Fonte: Rajaratnam, 2001.

Podemos tomar como exemplo a comparação entre o tempo acordado (medido em horas) com o estado de embriagues e os seus efeitos psicológicos no ser humano. Sabe-se que os efeitos do álcool no sangue são prejudiciais ao sistema nervoso central. A comparação pode ser vista no Quadro 1 acima. De acordo com o RBHA 91, nenhuma pessoa pode atuar ou tentar atuar como tripulante de uma aeronave civil dentro de 8 horas após ter consumido qualquer bebida alcoólica, ou seja, enquanto possuir no sangue quantidade igual ou superior a 0,04% (em peso) de álcool. O uso de qualquer droga afeta as faculdades de uma pessoa, e vai contra, também, à segurança de voo, sendo assim, a privação de sono pode ser considerada uma ameaça.

Enohi (2016) prova que o sono e a postura física do corpo adotadas durante o voo tiveram seus efeitos associados, levando a alterações motoras dentro e fora do avião.

Além do risco de acidentes, muitos outros estudos também sugerem que os horários de trabalho têm influência na saúde e na qualidade de vida do trabalhador e, portanto, mudanças na organização do trabalho lhes seriam benéficas. Hábitos alimentares, por exemplo, podem sofrer a influência dos horários de trabalho principalmente no caso dos tripulantes, que têm escalas com horários diferentes e alteram seus horários de refeição de acordo com essa escala.. (MELLO, 2008, p. 8).

2.2 CICLO CIRCADIANO E A ESCALA DE VOOS

Os seres humanos passam um terço das suas vidas dormindo e segundo o *National Center on Sleep Disorders Research*, 70 milhões de pessoas apresentam algum problema de sono, além do mais, progressivamente se tem dormido menos com o passar dos anos. O sono tem dois estados primários, que foram definidos com base nos parâmetros fisiológicos: sono sem movimentos rápidos dos olhos (NREM) e com movimentos rápidos dos olhos (REM). O adulto normal inicia o sono com o NREM. O REM ocorre cerca de 80 minutos ou mais após o início do sono. O NREM é subdividido arbitrariamente em 3 estágios (N1, N2 e N3) que correspondem paralelamente, ao aprofundamento do sono. O sono NREM e o REM alternam-se durante a noite com ciclos de aproximadamente 90 minutos. (MELLO, 2008, p. 27).

De acordo com Menna-Barreto (2003), o homem ajusta-se a ciclos ambientais como o dia e a noite e às estações do ano. Quando oscilações se repetem com regularidade

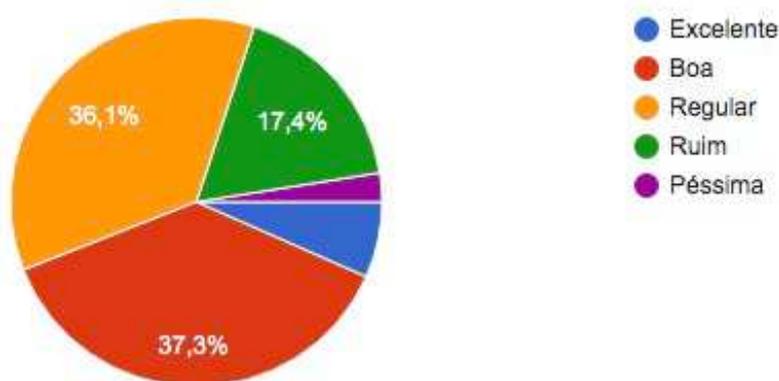
elas são chamadas de ritmos biológicos, os quais estão determinados por mecanismos presentes no próprio organismo. Estes ritmos biológicos são:

- a) Circadiano: período de aproximadamente 24 horas (uma frequência por dia);
- b) Ultradiano: frequência superior a um ciclo a cada 20 horas;
- c) Infradiano: frequência inferior a um ciclo a cada 28 horas. (MELLO, 2008, P. 85).

Sobre o ritmo circadiano, Mello (2008) diz que a mudança ambiental mais percebida é a alternância da luminosidade ao longo do dia, que decorre da rotação da Terra em torno do seu próprio eixo. Em correspondência, a maioria das espécies, incluindo o homem, exibe flutuações nas funções biológicas e comportamentais ao longo do dia. Não surpreende que, a fim de “fazer a coisa certa no momento certo”, o processo evolutivo tenha levado ao desenvolvimento de um relógio biológico, um sistema de temporização endógeno que permite ao organismo se antecipar e se preparar para as variações ambientais. Mais ainda, este sistema é responsável pela organização temporal interna, assegurando que as mudanças dentro do organismo aconteçam coordenadamente.

Quando perguntados, os tripulantes consideraram a qualidade do seu sono de acordo com gráfico abaixo. Nota-se que apenas 6,6% dos respondentes consideram o seu sono excelente e 37,3% boa. Ou seja, 56,1%, bem mais da metade dos respondentes, consideram seu sono regular, ruim ou péssimo.

Gráfico 2 – Qualidade do sono.



Fonte: Elaboração do autor (2019). Universo de 316 respostas.

O termo circadiano provém do latim, combinação das palavras *circa*, cujo significado é proximidade e *diem*, dia. Assim, ciclos diários são conhecidos como ritmo circadiano. Uma propriedade fundamental dos ritmos circadianos é:

[...] que eles não são governados pelo ambiente, pois possuem uma natureza auto sustentada. Eles continuam a se expressar mesmo que o organismo esteja vivendo

condições desprovidas de dicas a respeito das mudanças cíclicas do ambiente externo, como por exemplo sob a luz ou sob o escuro constante. Nas ocasiões em que não estão sincronizados por uma mudança cíclica do ambiente físico eles são chamados de ritmos em livre curso e exibem um período (duração do ciclo) que, na maioria das vezes, é maior que 24 horas. (MELLO, 2008, p. 15).

Deste fato decorre uma outra característica dos ritmos circadianos, que é a habilidade de serem sincronizados ao dia externo de 24 horas pela ação de estímulos temporais ambientais, tais como a exposição à luz. De fato, “[...] a luz é considerada o principal *zeitgeber* (doador do tempo, em alemão) – estímulo temporal capaz de sincronizar ritmos circadianos – à parte das interações sociais, dos horários escolar e do trabalho, da atividade física e do exercício”. (SKENE; MISTLBERGER *apud* MELLO, 2008, p. 16).

Ainda, segundo Mello (2008), normalmente, os níveis de melatonina começam a se elevar por cerca das 21:00h, atingem o pico e o mínimo da temperatura corporal, entre as 3:00h e as 5:00h da manhã e retornam a níveis baixos por volta de 9:00h da manhã. Os seres humanos possuem hábitos essencialmente diurnos, a atividade e a vigília estão concentradas durante o dia e o repouso à noite. Reconhecidamente, algumas características do sono, como a sua duração e a sua arquitetura, variam de acordo com o seu momento relativo à fase circadiana do relógio biológico.

Os estudos, nos quais a condição de dessincronização foi experimentalmente induzida, mostraram que o sono é adversamente afetado quando ocorre fora de fase com o sistema circadiano endógeno, quando, por exemplo, ele coincide com a curva ascendente do ritmo da temperatura corporal. Diferentemente de uma situação típica, os tripulantes necessitam inverter os seus ritmos biológicos de atividade e de repouso para atender ao trabalho. Numa escala de trabalho que envolve rotações semanais ou mais curtas (por exemplo a cada dois ou três dias), o processo de adaptação circadiana é improvável, enquanto rotações mais lentas, como a cada duas semanas, seriam mais condutivas à adaptação circadiana. (MELLO, 2008).

Portanto, em convenção coletiva de trabalho, ficou estipulado que: as jornadas de trabalho dos tripulantes respeitarão o limite máximo de 2 (duas) madrugadas consecutivas de trabalho, limitadas a 4 (quatro) madrugadas totais no período de 168 (cento e sessenta e oito) horas consecutivas, contadas desde a apresentação do tripulante.

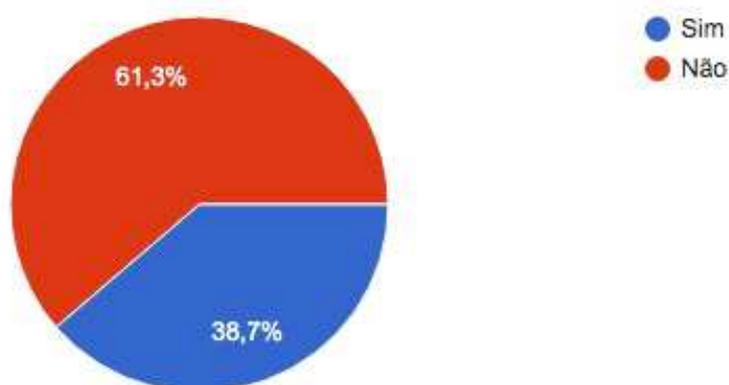
Parágrafo Primeiro: O tripulante poderá ser escalado para jornada de trabalho na terceira madrugada consecutiva, desde que como tripulante extra a serviço, em voo de retorno à base contratual, encerrando sua jornada de trabalho. Nesta condição, o tripulante não poderá

ser escalado para compor tripulação no período que antecede a terceira madrugada consecutiva na mesma jornada de trabalho.

Parágrafo Segundo: O período de 168 (cento e sessenta e oito) horas consecutivas a que se refere o caput desta cláusula poderá ser encerrado, iniciando-se novamente do zero, sempre que for disponibilizado ao tripulante um período mínimo de 48 (quarenta e oito) horas livre de qualquer atividade.

Parágrafo Terceiro: Os limites previstos nesta cláusula poderão ser reduzidos ou ampliados mediante celebração de Acordo Coletivo de Trabalho entre a empresa e o sindicato da categoria profissional. **Parágrafo Quarto:** Entende-se como madrugada, o período de tempo transcorrido, total ou parcialmente, entre 00:00 (zero) hora e 06:00 (seis) horas, horário de Brasília. **Parágrafo Quinto:** Quando o fuso horário da base contratual do tripulante for diferente do de Brasília, aquele será o considerado. (BRASIL, 2018).

Gráfico 3 – Dificuldade para dormir no pernoite.



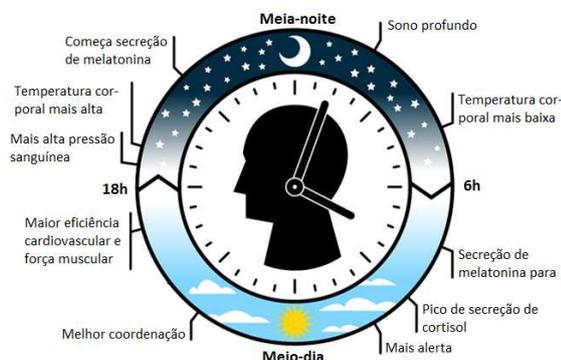
Fonte: Elaboração do autor (2019). Universo de 316 respostas.

Em contrapartida, a pesquisa revelou que, apesar de todos os problemas envolvendo o sono dos aeronautas, a grande maioria, 61,3%, afirmou não ter dificuldades para dormir nos hotéis de pernoite. Uma possível causa para estes números, pode ser o cansaço acumulado.

Como mencionado, o sistema circadiano está envolvido na regulação, na duração e na qualidade do sono, e a sua desorganização, pela mudança brusca no horário de trabalho, implica o fato de, caracteristicamente, o sono diurno ser mais curto e fragmentado quando comparado com o noturno. Assim, os trabalhadores por turnos (no caso, sob o regime de escala de voo) e noturnos são mais vulneráveis, em diferentes graus, a se sentirem sonolentos

durante o horário de trabalho e a terem dificuldades para dormir profundamente e por um período adequado de tempo durante o período destinado ao seu repouso. (MELLO, 2008).

Figura 2 – Ciclo sono vigília.



Fonte: Central da Optometria¹.

A figura acima descreve de forma lúdica o desenvolvimento do ciclo sono vigília com o passar das horas do dia com suas relações de intensidades de luz, temperatura corporal e pressão sanguínea. Percebe-se claramente que o ápice da coordenação se dá após o meio dia, com a maior intensidade de luz, período exatamente oposto ao do sono profundo, com menor intensidade de luz.

2.3 TRABALHO VERSUS PRODUTIVIDADE E SONO

Há poucos estudos de campo sobre os efeitos do trabalho realizado à noite no desempenho e na produtividade. De maneira geral, eles demonstraram uma diminuição na velocidade do desempenho e no aumento da probabilidade de erros. (FOLKARD; TUCKER, 2003).

- O risco relativo a acidentes tende a aumentar em aproximadamente 18% no turno da tarde e em 30% no da noite, quando comparado ao da manhã.

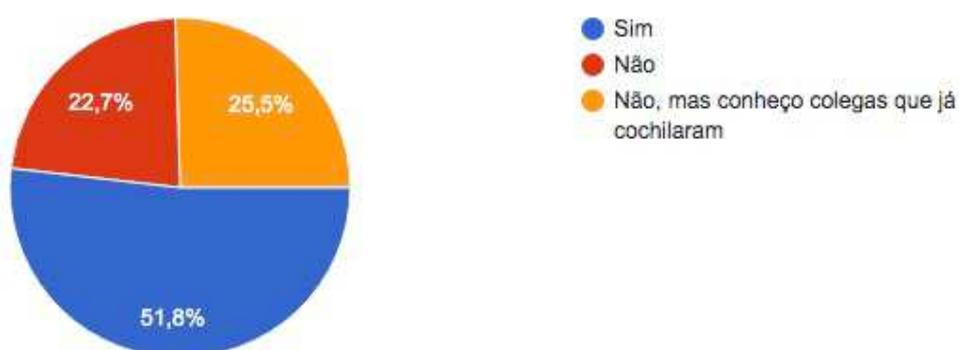
¹ Disponível em: <http://centraldaoptometria.blogspot.com/2017/07/ciclo-circadiano-como-anda-seu-sono.html>. Acesso em: 9 maio. 2019.

- Ao longo do turno noturno, quando após uma hora de trabalho noturno, o risco tende a aumentar em aproximadamente 20% na segunda hora. Após este período, há uma queda linear durante as horas seguintes com valores mais baixos ao final do turno.
- Ao longo de turnos sucessivos, quando o risco de acidentes tende a aumentar em 6% na segunda noite, 17% na terceira e 36% na quarta, quando comparados com a primeira noite. Esta tendência, apesar de ser em menor escala (2%, 7% e 17%, respectivamente), tende a se repetir no turno da manhã e no da tarde. (FOLKARD; TUCKER, 2003).

De fato, a recente meta-análise conduzida por Pilcher *et al.* (2000, *apud* MELLO, 2008, p. 24) revelou que a duração do sono diurno daqueles que trabalham no turno noturno permanente foi menos afetada, quando comparada ao sono diurno dos que trabalham em rodízio (6,6h versus 5,8 de sono respectivamente), o que sugere uma adaptação, mesmo que parcial.

Outro dado alarmante da pesquisa realizada pelo autor para este trabalho, é a quantidade de pilotos que já cochilaram não intencionalmente enquanto pilotavam o avião: Das 220 respostas, 51,8% responderam que já cochilaram sem intenção durante a operação da aeronave. Não bastassem esses números elevados, ainda sobre o cochilo não intencional, 25,5% disseram não ter cochilado, mas conhecer colegas que já o fizeram. Somente 22,7% da amostra diz nunca ter caído no sono enquanto operava uma aeronave.

Gráfico 4 – Cochilo não intencional (PILOTOS).

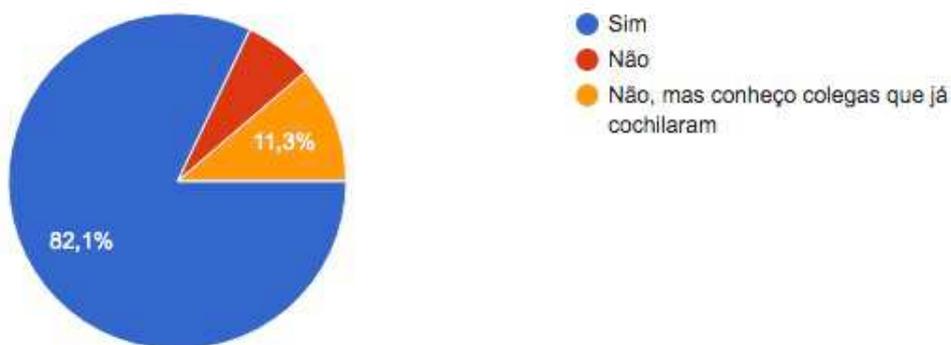


Fonte: Elaboração do autor (2019). Universo de 220 respostas.

A proporção de cochilo não intencional entre os comissários é ainda maior. Isto se dá, pois, ao assumir suas posições para pouso e decolagem a carga de trabalho diminui e é quando o sono tende a ficar incontrolável. Dos 106 comissários que responderam a esta

pesquisa, 93,4% afirmaram já ter cochilado não intencionalmente ou conhecer alguém que já o fez.

Gráfico 5 – Cochilo não intencional (COMISSÁRIOS).



Fonte: Elaboração do autor (2019). Universo de 106 respostas.

Os tripulantes que vivem sob o regime de escalas de voo nunca conseguem dormir, descansar ou trabalhar em um mesmo horário, fazendo com que seu organismo nunca tenha um padrão rítmico e, conseqüentemente, nunca está em plenas condições para desempenhar a função. Essa relação aos horários de trabalho e descanso, autorizada pela legislação, é totalmente contrária a qualquer tipo de higiene do sono ou adequação do ritmo biológico, conforme vem sendo estudado pela comunidade científica e aeronáutica. Ela privilegia o desencadeamento do cansaço, da fadiga e, conseqüentemente, da sonolência durante a jornada de trabalho. (MELLO, 2008).

Se levarmos em consideração que a *performance* é diretamente influenciada por diferentes fatores, sendo a sonolência excessiva um deles, podemos dizer, seguramente, que o sono é um fator que deve ser levado em conta quando se trata da segurança de voo.

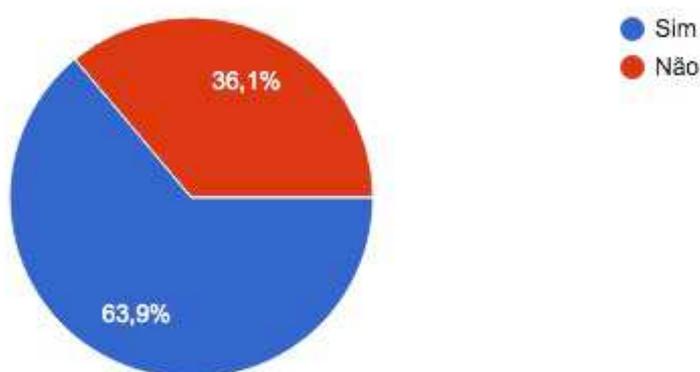
De acordo Akerstedt (2001), a sonolência excessiva pode ser induzida pelas diferentes formas de trabalho por turnos, pelo *jet-lag*, pelos distúrbios do sono (narcolepsia, apnéia do sono, insônia), pelos problemas de adaptação do ciclo circadiano do ciclo vigília-sono, pelos problemas psicológicos, entre outros.

As maiores conseqüências da sonolência para os trabalhadores por escala são em relação à qualidade de vida, à redução da produção e ao aumento potencial do risco de acidentes e de lesões durante o horário de trabalho.

A qualidade de vida é totalmente afetada para esta classe de trabalho. Os dois gráficos a seguir mostram como a vida pessoal do aeronauta é afetada pelo sono. No primeiro,

ainda segundo a pesquisa realizada para este trabalho, 63,9% dos aeronautas deixam de realizar atividades pessoais, tais como banco, compras, passeios, dentre outros, para dormir.

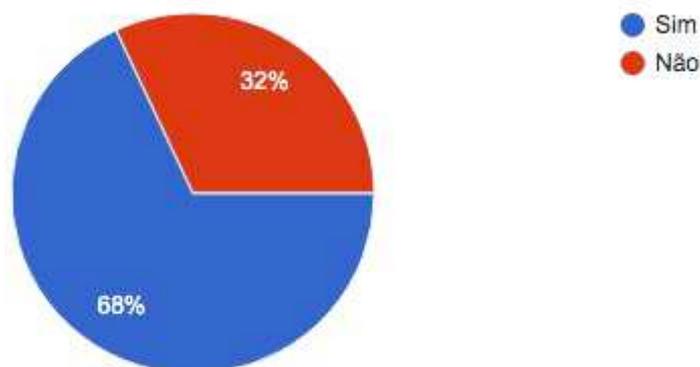
Gráfico 6 – Deixar de realizar atividade pessoal para dormir.



Fonte: Elaboração do autor (2019). Universo de 316 respostas.

Já no gráfico seguinte (Gráfico 7), 68% dos aeronautas consideram que há a necessidade de mais de um dia de folga para a recuperação do sono. Este é outro indicador de que a vida pessoal do aeronauta é completamente afetada pelas escalas de voos elaboradas sem a devida importância à qualidade do sono. Em um cenário em que a chamada “monofolga”, ou seja, um único dia de folga entre programações, aparece frequentemente nas escalas, conclui-se que o tripulante inicia sua jornada posterior acometido de um cansaço acumulado, gerando prejuízos sérios no seu desempenho.

Gráfico 7 – Mais de um dia de folga para recuperar o sono.



Fonte: Elaboração do autor (2019). Universo de 316 respostas.

Fischer et al. (2000) observou uma redução no tempo total do sono após um turno de trabalho noturno, sendo relatada ainda uma menor eficiência do sono. Este quadro, nos trabalhadores avaliados, pode ter contribuído para uma redução na percepção do alerta depois da sexta e décima horas seguidas de trabalho. Com isso, uma diminuição do período de sono pode levar a quadros de sonolência, tanto diurna quanto noturna, comprometendo a eficiência durante o horário de trabalho.

A sonolência contribui significativamente para os erros e o aumento do risco de acidentes nos locais de trabalho. (MELLO, 2008, p. 43).

A privação de sono pode gerar uma série de problemas, tais como a fadiga e a diminuição do nível de alerta e da irritabilidade. De acordo com Lavie (1996), a privação total de sono gera queda dos níveis funcionais diários (diminuição da velocidade de pensamento e de reação, alteração do humor e aumento da fadiga).

O aumento da complexidade dos sistemas provocou uma sobrecarga das barreiras defensivas. A gestão automática dos sistemas, com a possibilidade de disfunção que obriga a uma intervenção humana, sobretudo se rara, traz normalmente um operador que perdeu a perícia ou pouco informado sobre os desenvolvimentos anteriores. Estes aspectos obrigam, frequentemente, a uma tomada de decisão baseada na incerteza e na pressão de tempo, o que pode aumentar a chance de um “erro humano”. (MELLO, 2008, p. 96).

O erro humano é indicado por Almeida (2003) como responsável, direto ou indireto, pela maioria dos acidentes, independentemente da complexidade do sistema produtivo. O erro humano, causa fundamental, pode ocorrer devido a ações indevidas, a omissões ou a inadequação de comportamento.

Amalberti (1996) identificou que, em um grande número de estudos, os trabalhadores mais experientes cometem mais erros que os novatos, porém detectam e corrigem mais esses erros. Neste caso, a privação de sono pode ser um fator desencadeador do processo de erro. Ainda segundo o autor supracitado, esse número de erros dos mais experientes tem uma relação com:

- os limites de suas capacidades intelectuais;
- o nível de risco que aceitam correr;
- o nível de desempenho pretendido;
- as consequências desses riscos para a integridade física e psíquica.

Segundo Guyton e Hall (1997), o ser humano fadigado apresenta lentidão de movimentos corporais e da fala: imprecisão dos movimentos motores e articulatórios, alteração da organização temporal do discurso (velocidade e duração da fala), alteração da

qualidade vocal (em intensidade e ressonância), alteração na coordenação pneumofonoarticulatória e alteração dos padrões prosódicos. Dentro da regra de ouro do voo seguro da aviação: voar (literalmente pilotar o avião), navegar e comunicar, os sintomas da fadiga e de sono podem ser catastróficos. Um aviador fadigado não corresponderá aos comandos necessários de forma rápida e precisa, terá dificuldades em solicitar ao PM qualquer ação, assim como sua qualidade vocal deteriorada, com hesitações, prolongamento de vogais e erros de articulação, pode gerar confusão de entendimento. Em outra pesquisa realizada pela ABRAPAC com 1235 pilotos da aviação comercial doméstica e internacional em 2014, um dos temas abordados foi o sono.

Tabela 1 – Duração e qualidade do sono entre pilotos da aviação regular brasileira.

Variáveis	Aviação regular (n=1.235)		Aviação regular - Nacional (n=1.122)		Aviação regular - Internacional (n=133)		X ² p
	n	%	n	%	n	%	
<i>Você dorme o suficiente</i>							
Sim, definitivamente o suficiente	139	11,26	123	10,96	16	14,16	
Sim, perto do suficiente	711	57,57	640	57,04	71	62,83	
Não, muito pouco	254	20,57	238	21,21	16	14,16	
Não, claramente pouco	87	7,04	79	7,04	8	7,08	
Não, muito longe do suficiente	44	3,56	42	3,74	2	1,77	0,28
<i>Como você classifica o seu sono</i>							
Muito bem	94	7,61	88	7,84	6	5,31	
Bem	546	44,21	492	43,85	54	47,79	
Nem bem, nem mal	464	37,57	422	37,61	42	37,17	
Bastante mal	110	8,91	100	8,91	10	8,85	
Muito mal	21	1,70	20	1,78	1	0,88	0,87

Fonte: Marqueze (2014).

Esse dado é muito relevante; entre os pilotos de rota nacional, os voos normalmente são mais curtos e conseqüentemente mais dinâmicos. Nesse contexto, um cochilo não intencional pode ser extremamente perigoso. No entanto, em ambos os voos, não permanecer em vigília quando lhe é solicitado é algo perigoso, pois em uma situação de emergência ou inesperada, um tempo de reação rápido é essencial para não se cometer erros. (MARQUEZE, 2014, p. 41).

A tabela abaixo retrata a realidade dos pilotos com relação ao tempo necessário para se pegar no sono. Nota-se que, apesar de pequena, há um diferença entre o tempo após os trabalhos diurnos e noturnos. Ao contrário do que a lógica prevê, os pilotos levam menos tempo para pegar no sono pela manhã, após um voo noturno, do que durante a noite, horário em que o corpo tende a pegar no sono naturalmente. Além disso, nas folgas, o tempo médio de duração do sono é superior em mais de 2 horas.

Tabela 2 – Tempo para pegar no sono e duração do sono entre pilotos da aviação regular.

Variáveis	Aviação regular (n=1.235)		Aviação regular - Nacional (n=1.122)		Aviação regular - Internacional (n=133)		Spearman p
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Tempo para pegar no sono após trabalhar no turno diurno (minutos)	40,68	36,69	40,44	35,62	43,05	46,05	0,68
Duração do sono após trabalhar no turno diurno (minutos)	411,63	73,19	408,69	73,06	440,71	68,21	<0,01
Tempo para pegar no sono após trabalhar no turno noturno (minutos)	38,30	40,25	38,98	40,65	31,41	35,37	<0,01
Duração do sono após trabalhar no turno noturno (minutos)	400,94	112,69	394,59	108,68	463,89	131,46	<0,01
Duração do sono nos dias de folga (minutos)	529,53	80,60	530,15	81,41	523,41	72,06	0,29

Fonte: Marqueze (2014).

Ao categorizar a escala de necessidade de recuperação após o trabalho em tercil, verifica-se que há uma maior proporção de pilotos internacionais que necessitam de uma maior necessidade de recuperação em relação aos pilotos nacionais.

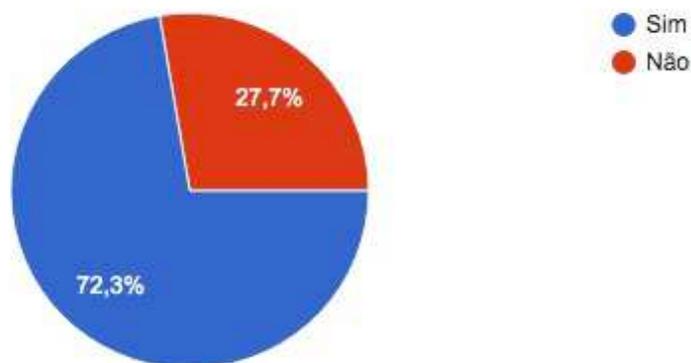
Tabela 3 – Necessidade de recuperação após o trabalho entre pilotos da aviação regular brasileira.

Variável	Aviação regular (n=1.235)		Aviação regular - Nacional (n=1.122)		Aviação regular - Internacional (n=133)		Spearman p
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Escore necessidade de recuperação após o trabalho (%)	61,17	26,37	60,18	26,46	70,88	23,40	<0,01

Fonte: Marqueze (2014).

Ainda sobre a sonolência após um dia de trabalho, dos 321 aeronautas que participaram da pesquisa, 72,3% disseram que se sentem sonolentos após um dia de trabalho, conforme gráfico abaixo.

Gráfico 8 – Sonolência ao final do dia de trabalho.



Fonte: Elaboração do autor (2019). Universo de 316 respostas.

Vale ressaltar que neste caso, não foi levado em conta o horário que o tripulante cumpriu programação, ou seja, mesmo que o voo tenha sido todo no período diurno, existem sintomas de sonolência após um dia de trabalho, resultado de sono acumulado.

2.4 IMPORTÂNCIA DO SONO

O sono nos seres humanos segue um ritmo circadiano no ciclo sono-vigília com um período de, aproximadamente, 8 horas de sono alternado, com outro de 16 horas de vigília alerta durante o dia. Estudos recentes mostram que a alteração deste ritmo tem o poder de influenciar diversos aspectos associados ao equilíbrio nutricional do corpo, como o controle da massa corporal, o controle glicêmico, a liberação dos hormônios que promovem a saciedade e a fome e que estão envolvidos na função anabólica. O débito ou a restrição de sono tem sido relacionado com maiores prevalências de obesidade, de dislipidemias, de diabetes, já a ingestão alimentar conjuntamente a estas condições tem se mostrado prejudicial em diversos fatores associados à saúde. (MELLO, 2008, p. 63).

Há uma multiplicidade de fatores ambientais, ocupacionais e características individuais, associados a sintomas e a problemas de saúde enfrentados pelos tripulantes. A organização do trabalho, particularmente o trabalho por turnos, a duração das jornadas diária e semanal, assim como as irregularidades desta levam a problemas importantes de sonolência e redução do sono. (MELLO, 2008, p. 11).

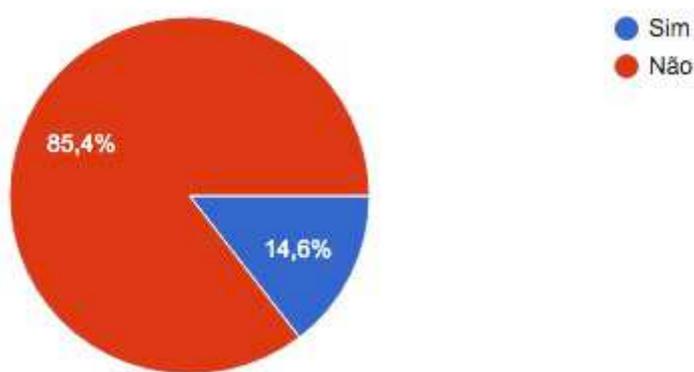
O sono diurno, presente na vida dos tripulantes, também foi caracterizado por uma latência e uma eficiência menores e, ainda, por um número maior de microdespertares. No

sono diurno foi verificada uma diminuição significativa do estágio 1, mas sem alteração dos demais estágios. (MELLO, 2008, p. 45).

Portanto, conclui-se que o sono noturno, onde há silêncio, baixa intensidade de luz e a queda da temperatura corporal, é fundamental na saúde do ser humano. A quebra deste ciclo natural pode acarretar prejuízos para a saúde e conseqüentemente para a sociedade, pois, além dos afastamentos médicos do trabalho, um acidente aeronáutico, que é o tema deste trabalho, traz perdas incalculáveis.

Mais um dado levantado pela pesquisa foi o uso de remédios para dormir. Ainda que baixa, a proporção de 14,6%, ou seja, apenas 41 tripulantes, o dado ainda é preocupante.

Gráfico 9 – Uso de remédios para dormir.



Fonte: Elaboração do autor (2019). Universo de 316 respostas.

Conforme indicado pelo gráfico acima a maioria, 85,4% dos tripulantes, assume não utilizar qualquer tipo de medicamento para dormir, desde melatonina a barbitúricos. Apesar dos transtornos causados pela privação de sono e pela quebra do ciclo sono vigília, nota-se que a classe continua, em sua maioria, adotando hábitos saudáveis quanto ao controle do sono, ainda que o cenário ideal seja um total de zero tripulantes utilizando remédios para dormir.

Ao trazer os resultados da pesquisa e corroborá-los com pesquisas e estudos de outros autores, conclui-se que há interferência da qualidade do sono no dia a dia de qualquer ser humano, porém os efeitos negativos nos tripulantes são ainda mais visíveis. Isso se deve ao fato destes trabalhadores estarem submetidos a escalas com horários irregulares de sono, além da falta de sequência de noites completas de sono.

Por fim, de acordo com Mello (2008), os comandantes, os copilotos e toda a tripulação envolvida com o meio de transporte aéreo profissional também sofrem bastante

quanto à organização da sua jornada de trabalho. Esta categoria apresenta condições atípicas e que são peculiares da atividade profissional, pois o período de trabalho somente é computado quando o avião voando e/ou até 30 minutos após o corte dos motores da aeronave, quando esta aguarda o embarque para outra viagem. Diversos distúrbios e/ou problemas de saúde já foram observados nessa categoria profissional para ambos os gêneros. Apenas se pode minimizar alguns desses fatores, dando prioridade a uma escala de trabalho que influencie ou potencialize diretamente na incidência desses distúrbios. Claro que na elaboração desta escala estes não seriam os únicos fatores a serem observados e levados em conta. O grande problema é que hoje eles nem são considerados, o que contribui para o aumento do absenteísmo e do abandono do emprego ou para a aposentadoria precoce. Tudo isto faz com que todo o investimento na formação deste trabalhador seja utilizado por um período muito curto, uma vez que o mesmo terá uma propensão a estes fatores no auge de sua carreira, logo no momento em que ele mais poderia contribuir para a empresa. Outros fatores sociais também devem ser levados em conta, como estes funcionários passam a maior parte de suas vidas fora de suas residências e sem o contato físico com os seus familiares. Isto pode desencadear problemas sociais e psicológicos enormes, pois estes trabalhadores levam estilos de vida atípico e de grande isolamento social, além disso, o rodízio de tripulações contribui para que não haja laços de interação entre os tripulantes.

Conforme pudemos observar neste capítulo, tamanha é a importância do sono, que sua privação pode ser comparada aos efeitos do álcool. Além disso, ficou claro que, conhecendo melhor os seus ciclos, existe uma dificuldade muito grande em “lutar contra o sono”. Os dados mostraram que pilotos e comissários tendem a abrir mão de atividades particulares em detrimento do sono e do descanso, tendo ainda mais prejuízo no convívio social.

3 ACIDENTES, AUTOMAÇÃO E FATOR HUMANO

Neste capítulo são apresentadas algumas das relações entre os acidentes e o erro humano, assim como aspectos do elevado grau de automação das aeronaves e a desatenção que essa automação pode causar em tripulações fadigadas.

Os trabalhadores por escala de voo também são submetidos a diversos fatores e aos condicionantes típicos da sua função. A privação de sono e as mudanças frequentes dos ritmos circadianos podem prejudicar significativamente a saúde dos tripulantes. Outro problema grave sempre presente no dia a dia dos tripulantes é o erro. Diversos tipos de erro são estudados pela ciência a fim de determinar as suas causas e minimizar a sua frequência.

Para Mello (2008, p. 81):

Um aspecto muito associado ao erro é a ação humana e, em especial, os processos decisórios. Fatores como a experiência, a motivação e os demais aspectos comportamentais associados aos processos cognitivos, como, entre outros, a resistência de concentração, a percepção de estímulos relevantes e a memória, são relatados pela literatura como decisivos para ocorrência do erro humano. (MELLO, 2008, p.81).

O acidente aeronáutico é definido como:

Toda ocorrência aeronáutica relacionada à operação de uma aeronave, no caso de uma aeronave tripulada, havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado ou, no caso de uma aeronave não tripulada, toda ocorrência havida entre o momento que a aeronave está pronta para se movimentar, com a intenção de voo, até a sua inércia total pelo término do voo, e seu sistema de propulsão tenha sido desligado. (BRASIL, 2014).

Em relação ao incidente aeronáutico, é definido como: “Toda ocorrência associada à operação de uma aeronave, havendo intenção de voo, que não chegue a se caracterizar como um acidente aeronáutico ou uma ocorrência de solo, mas que afete ou que possa afetar a segurança da operação”. (ICA 63-7, 2014).

Ainda de acordo com a ICA 63-7 (2014), fator contribuinte é definido como: Conjunto de ações ou condições, que se forem eliminadas ou mitigadas podem reduzir a probabilidade de acontecer uma ocorrência aeronáutica, ou mesmo reduzir a severidade das consequências dessa ocorrência.

Os fatores humanos são definidos pela FAA como um esforço multidisciplinar para gerar e compilar informações sobre as capacidades humanas e suas limitações e aplicar essas informações em equipamentos, sistemas, instalações, procedimentos, empregos, meio ambiente, treinamento, pessoal, gestão de pessoal para a segurança e no desempenho humano

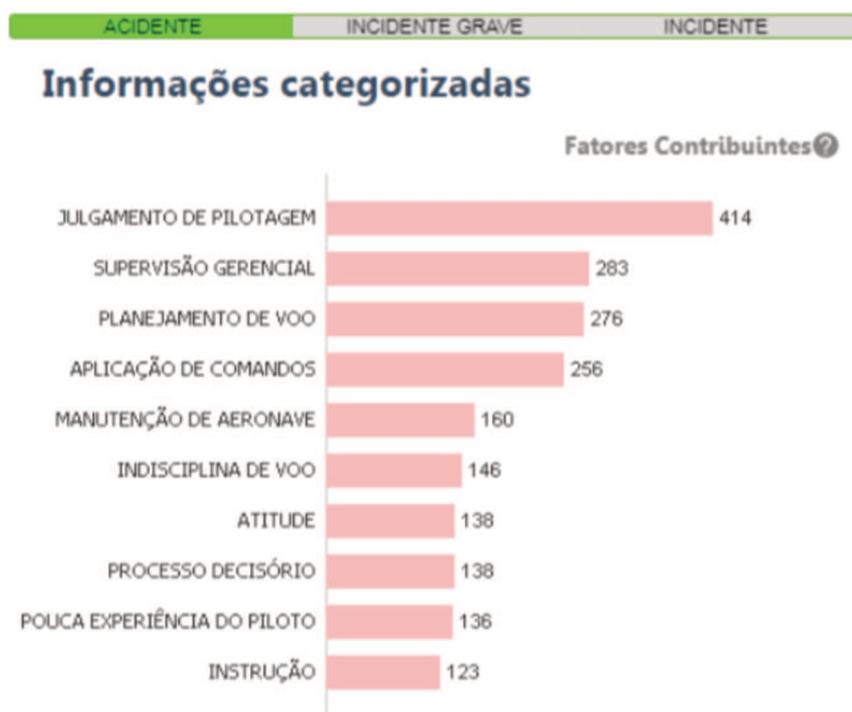
efetivo. (FAA *Order* 9550.8A), já segundo o CENIPA, os fatores contribuintes são divididos em três partes, são elas: O Fator Humano, compreendendo o homem em seu aspecto biológico, fisiológico e psicológico. O Fator Material, a aeronave e os meios da engenharia aeronáutica. O Fator Operacional, que são os aspectos que envolvem o homem no exercício da atividade, além de fenômenos naturais e infraestrutura. (BRASIL, 2018).

Dentro do ambiente aeronáutico o fator humano se enquadra nos seguintes pontos: desatenção, estresse, fadiga, imprudência, imperícia, negligência, julgamento de pilotagem, indisciplina de voo, falha de planejamento, atitude, falta de coordenação entre a tripulação, falhas de comunicação entre tripulantes e controladores, pouca experiência, treinamento inadequado entre outros. (BRASIL, 2018).

A inadequada organização das jornadas de trabalho, particularmente as pausas, e a extensão daquelas contribuem para o agravamento e/ou desenvolvimento de doenças a longo prazo e podem colocar a operação em risco no momento em que elas ocorrem. (MELLO, 2008).

Tendo em vista a alta complexidade e o elevado nível de automação das aeronaves da aviação comercial atual, pode-se passar muito tempo durante o voo sem que haja a necessidade de nenhuma atuação na aeronave e no rádio. Este tempo de “ócio” pode ser considerado fator de risco caso o tripulante não esteja com o sono em dia.

Figura 3 – Tipos de acidentes aeronáuticos no Brasil.



Fonte: Painel SIPAER (2018).

De acordo com Mello (2008), o trabalho por turnos e noturno, especificamente, pode acarretar problemas justamente devido ao horário em que ocorre, que é quando o ritmo circadiano apresenta uma queda da performance física e mental. Dessa maneira, vários problemas que ocorrem com o trabalhador acontecem devido ao horário de dormir (especialmente no ciclo claro), período em que o corpo usualmente deveria estar em atividade. O resultado é que este sono diurno, seguido de uma noite de vigília é tipicamente curto e de pior qualidade do que uma noite de sono em condições normais. Estas interrupções de sono se tornam mais frequentes e, quando acumuladas com o sono já fragmentado e com períodos curtos de sono, propiciam a incidência dos distúrbios do sono vividos pelos trabalhadores que trabalham em turnos durante a noite. Essa dessincronização do ritmo sono-vigília resulta em uma menor quantidade e qualidade do sono.

A mudança do trabalho do dia para o início da tarde e noite modifica o ciclo normal da “atividade de descanso”, forçando o indivíduo a ajustar as suas funções fisiológicas aos horários impostos pelo trabalho. Conseqüentemente, a pessoa sofre com a chamada síndrome *jet-lag*, a qual se caracteriza pelas sensações de fadiga, sonolência, Insônia, desorientação, pelos problemas digestivos, pela irritabilidade, pelo déficit de agilidade mental e pela redução da eficiência da performance. (MELLO, 2008).

Os fatores como a sonolência, os distúrbios do sono, a fadiga crônica e as oscilações no alerta e na vigília podem ter importantes contribuições para os fatores de erro humano e, conseqüentemente, provocar acidentes de trabalho e lesões.

Ainda de acordo com Mello (2008), a qualidade do sono está intrinsecamente ligada à qualidade de vida, assim, a diminuição da quantidade e qualidade do sono pode ser um indicador de muitos tipos de doenças.

Segundo Menquini *et al.* (2015), pilotos cometem 46% mais erros por hora de voo nos horários entre 00:00 e 05:59, quando comparado ao intervalo entre 06:00 e 11:59. Esses erros, denominados Classe III, são caracterizados pela extrapolação de limites e/ou descumprimento de procedimentos operacionais, colocando a aeronave em situação indesejável do ponto de vista de segurança operacional. De acordo com Mello *et al.* (2008), foram registrados 1065 erros em 155.327 horas de voo, ou seja, 6,86 erros a cada 1000 horas de voo ou 1 erro a cada 146 horas.

Outro estudo muito interessante realizado numa grande empresa aérea brasileira (S. Quito, 2012) considerou a contribuição da fadiga nos eventos FOQA. O estudo analisou as escalas de pilotos através do modelo SAFTE-FAST e concluiu que em 79% dos eventos, a fadiga e o sono estavam presentes.

Buscando relacionar ciclo circadiano e trabalho em turnos, Santos (2005) analisa eventos FOQA, agrupados por períodos em que ocorreram durante seis meses. Os resultados demonstraram que, proporcionalmente, os erros ocorreram em escala crescente nos turnos da manhã, tarde, noite e madrugada:

Tabela 4 – Relação entre a porcentagem de horas voadas e a porcentagem de erros cometidos a cada turno (SANTOS, 2005, p. 26).

Turnos	Horários	Vôos (%)	Erros (%)	Proporção
Manhã	06:00 – 11:59	35	33,05	0,94
Tarde	12:00 – 17:59	32	31,46	0,98
Noite	18:00 – 23:59	26	25,82	0,99
Madrugada	00:00 – 05:59	7	9,67	1,38

Knauth (1996) cita as diretrizes para o planejamento de jornadas de trabalho de acordo com critérios psicofisiológicos, as quais podem melhorar ou minimizar os efeitos do trabalho por turnos e noturno e refletir positivamente sobre a incidência dos acidentes de trabalho.

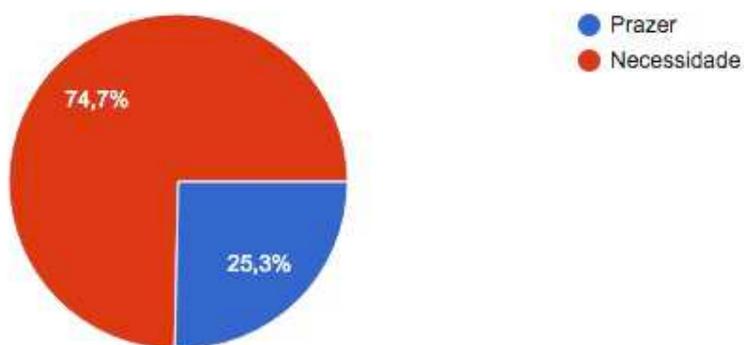
Concomitante a isto, a ferramenta FASTTM, que é baseada em um algoritmo criado pelo US *Army Research Lab*, e é usada pra prever o tempo de reação, o tempo de julgamento e o risco de fadiga, deveria ser utilizada pelas empresas aéreas na confecção das suas escalas de voo. Este software permite identificar de risco de fadiga no planejamento e criação de escalas de trabalho. Ele analisa as escalas de trabalho, tempo de voo e dados sobre sono para gerar as projeções de performance, consequentemente teríamos escalas que priorizariam um voo mais seguro e um maior bem estar do tripulante.

A queda de desempenho que o sono pode causar pode afetar diretamente um voo em todos os seus aspectos – de uma manobra errada de um dos pilotos até uma quebra de procedimento durante o atendimento de uma ocorrência médica por parte dos comissários.

Para que esse desempenho não seja afetado, se faz necessário o conhecimento do funcionamento do sono e a aplicação deste conhecimento no dia a dia do tripulante.

Conforme o gráfico abaixo, na pesquisa realizada para o levantamento de dados deste trabalho, os aeronautas trataram o sono como uma necessidade em 74,7% dos casos, o que confirma a estreita relação entre o sono e a segurança de voo. A grande maioria afirma que o sono é mais uma necessidade do que um prazer.

Gráfico 10 – Necessidade do sono.



Fonte: Elaboração do autor (2019). Universo de 316 respostas.

Neste caso, fica evidente, que há a necessidade fisiológica do sono para a manutenção do alerta e da consciência situacional durante o voo, assegurando, assim, que o tripulante esteja em perfeitas condições de desempenhar a sua função a bordo da aeronave, conduzindo o voo de forma segura.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi compreender quais são os perigos que a falta de sono pode ocasionar em uma cabine de comando durante as diferentes fases de voo bem como propor ações que possam ser desenvolvidas para mitigar os riscos.

A metodologia utilizada neste trabalho foi a pesquisa de campo, quanto aos objetivos, caracteriza-se como descritiva com abordagem qualitativa e quantitativa. Os sujeitos participantes foram pilotos e comissários de diferentes tipos de aeronaves. A abrangência foi de um total de 1700 pilotos, 180 comissários, mas somente 220 pilotos e 106 comissários responderam, para isso utilizou-se o formulário google com perguntas fechadas, em um total de 09 perguntas. Estas perguntas estão no apêndice ao final deste trabalho. Também serviram de base publicações do autor Marco Túlio de Mello (2008), porém outros autores também pesquisados, como Licati (2010), Menquini (2015) e Marqueze (2014, 2016), além de órgãos públicos, como a ANAC, o FAA e o CENIPA.

O trabalho trouxe explicações sobre o sono, sobre como os estágios REM e NREM funcionam, assim como sub divisões do estágio NREM, além dos ritmos biológicos, circadiano, ultradiano e infradiano e do ciclo sono vigília. Além disso, foram apresentadas comparações entre o sono e o estado de embriagues, mostrando sua importância e, principalmente, como o sono interfere de forma direta na atenção, concentração e comunicação.

As principais dificuldades para se operar uma aeronave com sono foram apresentadas de forma clara e elucidativa, mostrando como os pilotos têm suas capacidades motoras e cognitivas completamente afetadas, colocando em risco a operação. Dados sobre erro humano foram diretamente ligados ao sono e aos horários dos voos em que foram cometidos.

Outro dado importante levantado por este trabalho, e que deve ser levado em consideração, foi a quantidade de pilotos e comissários que relataram já ter passado ou conhecerem algum colega que já passou por cochilo involuntários durante as diferentes fases de voo. O cochilo involuntário no voo é completamente diferente do descanso previsto em certos tipos de composição de tripulação. O cochilo involuntário aparece em momentos onde a vigília deveria acontecer e o estado de atenção ser de 100%.

Como mencionado anteriormente, a falta de sono prejudica as habilidades cognitivas do ser humano e está ligada ao cometimento de erros. A privação de sono pode

acarretar problemas de saúde, tanto fisiológicos como ortopédicos e desequilíbrio emocional. Portanto, mesmo que indiretamente, o sono pode causar dificuldades e riscos na operação de uma aeronave.

Além da pesquisa do autor, este trabalho apresentou pesquisas e dados coletados por outros autores e entidades ligadas à aviação e em todos os casos, as conclusões foram parecidas: o sono tem influência direta na condição de trabalho do aeronauta. Dados como a duração e qualidade do sono, tempo para se pegar no sono, tempo necessário para se recuperar após o trabalho, sonolência após um dia (ou noite) de voo, dados sobre os tipos de acidente (e fatores contribuintes) e horas voadas versus erros cometidos apresentaram a importância do Fator Humano estar em boas condições psicológicas e de saúde para um voo seguro.

Para que se possa contribuir para a segurança de voo, ações concretas a curto, médio e longo prazos devem ser tomadas para que a qualidade de vida do tripulante seja melhorada e o sono seja considerado fator determinante na confecção das escalas.

Por fim, conclui-se que a falta de sono pode levar a erros de ação e julgamento, além dos seus desdobramentos em que a saúde do aeronauta fica prejudicada, levando assim o voo a uma situação indesejável. Para que se possa mitigar o risco dos tripulantes dormirem involuntariamente em voo, ações como a organização de horários de escalas de trabalho com características compatíveis com a saúde, a segurança no trabalho e o bem estar dos trabalhadores devem ser tomadas o quanto antes.

A maior dificuldade para a realização deste trabalho foi conseguir a adesão do maior número possível de tripulantes, tanto técnicos quanto de cabine, para responder ao questionário elaborado para esta pesquisa. Apesar do número pequeno de tripulantes que responderam, todos os dados obtidos por esta pesquisa se assemelham com os dados de outras pesquisas já publicadas.

Fica como sugestão para futuras pesquisas a viabilidade de implementação de ferramentas como a FASTTM ou qualquer outra ferramenta que leve em consideração o sono e a sua qualidade nas escalas de voo de empresas aéreas regulares ou executivas.

REFERÊNCIAS

AKERSTEDT, T; GILBERG, M. **Age, gender and early morning highway accidents.** J Sleep Res 2001 10(2):105-10.

ALMEIDA, I. M. **Quebra de paradigma: contribuições para a ampliação do perímetro das análises de acidentes do trabalho.** Caminhos da análise de acidentes de trabalho. Brasília, 2003.

AMALBERTI, R. **La conduite dès systemes à risques.** Paris: Letravail Human/Presses Uneversitaires de France, 1996.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica.** Brasília: 20 de março de 2003. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2018/23/anexo-vi-rbha-91>. Acesso em: 8 de maio de 2019.

BRASIL. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, **História do CENIPA.** Disponível em: <http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/historico>. Acesso em: 23 de maio 2019.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **NSCA 3-13: Protocolo de investigação de ocorrências aeronáuticas da aviação civil conduzidas pelo estado brasileiro.** Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/nsca-norma-do-sistema-do-comando-da-aeronautica>. Acesso em: 22 maio de 2019.

BRASIL. **Departamento de Controle do Espaço Aéreo, ICA 63-7 – Atribuições dos órgãos do SISCEAB após a ocorrência de acidente aeronáutico ou incidente grave,** 2014. Disponível em: <https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4017> Acesso em: 25 abr. 2019.

CASA. **Safety management system kit - Booklet 6 – Human factors,** 2014. Disponível em: <https://www.casa.gov.au/files/2014-sms-book6-human-factorspdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.

ENOHI, R. T. **Fatores organizacionais e de sono associados aos sintomas muscoesqueléticos em pilotos de aviação comercial.** 2016. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Mestrado em Saúde Coletiva, Universidade Católica de Santos, Santos, 2016.

FAA, **Role of human factors in the FAA.** Disponível em: <http://www.hf.faa.gov/media/RoleOfHF-FAA.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019

FISCHER, F. M. *et al.* **Implementation of 12-hour shifts in a Brazilian petrochemical plant: impact on sleep and alertness.** Chronobiol Int, 2000. 17: 521-37.

FOLKARD, S.; TUCKER, P. **Shift work, safety and productivity.** Occup Med 53(2):95-101, 2003.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9.ed. Rio de Janeiro: Ad. Guanabara Koogam, 1997.

KNAUTH, P. **Designing better shifts systems**. Appl Ergon 27(1): 39-44, 1996.

LAVIE, P. **The enchanted world of sleep**. New Haven. Yale University Press, 1996.

LICATI, P. R. *et al.* **Ferramenta de apoio ao gerenciamento de risco de fadiga para pilotos da aviação comercial brasileira**. São Paulo: Sipaer, 2010. Disponível em: <http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/26/42> . Acesso em: 04 abr. 2019.

MARQUEZE, E. C. *et al.* **Working hours associated with unintentional sleep at work among airline pilots**. Revista de Saúde Pública, 2016.

MARQUEZE, E. C. *et al.* **Fadiga cônica, condições de trabalho e saúde em pilotos brasileiros**. ABRAPAC, São Paulo, 2014

MELLO, M. T. M. *et al.* **Sono: Aspectos Profissionais e suas Interfaces na Saúde –** São Paulo: Atheneu, 2008.

MENNA-BARRETO, L. **Trabalho por turnos e noturno na sociedade 24h**. São Paulo. Atheneu, 2003, cap. 3, 33-41.

MENQUINI, A. *et al.* **Relatório Técnico dos Aeronautas (RBAC – FRMS)**. Outubro de 2015.

QUITO, S. (2012) **Operators Round Table, FRMS Seminar ICAO, IFALPA, IATA**, [Online], Disponível em: <http://www.icao.int/SAM/Documents/2012/FRMS11/Sergio%20Quito%20FRM%20Gol%20Lima%20Seminar.pdf>. Acesso em: 08 de maio de 2019.

RAJARATNAM, S.: A. **Health in a 24-h society**. THE LANCET, Vol 358, 22 de Setembro de 2001.

SANTOS, D. C. **A relação entre o erro e o horário de trabalho dos pilotos de uma empresa aérea brasileira**. 2005. 42 f. Monografia (Curso de especialização em Aspectos Psicobiológicos da Saúde do Trabalhador na Área de Transporte). Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2005.

SNA - Sindicato Nacional dos Aeronautas. **Convenção Coletiva de Trabalho da Aviação Regular**. Dezembro 2018. Disponível em: https://www.aeronautas.org.br/images/CCT_REGULAR_2017-2018.pdf. Acesso em: 01 maio de 2019.

VASONCELOS, C; MILAGRES, K. M. Correlatos acústicos e funcionais da voz, fala e linguagem na fadiga humana. **1º Congresso de Fonoaudiologia da UFMG**, 2014.

VASCONCELOS *et al.* Análise Acústica da Fala para Detecção de Fadiga e Sonolência em Aviador. **XXVIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica**. Porto Alegre/outubro de

2018. Disponível em: <https://proceedings.science/sobrac/papers/analise-acustica-da-fala-para-deteccao-de-fadiga-e-sonolencia-em-aviador> . Acesso em: 05 abr. 2019.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO

Para você, o sono é:

- Prazer
- Necessidade

Em geral, você considera a qualidade do seu sono:

- Excelente
- Boa
- Regular
- Ruim
- Péssima

Você toma remédio para controlar o sono (remédio para dormir ou remédio para ficar acordado)?

- Sim
- Não

Pilotos:

Você alguma vez cochilou não intencionalmente enquanto pilotava o avião?

- Sim
- Não
- Não, mas conheço colegas que já cochilaram

Comissários:

Você alguma vez cochilou não intencionalmente durante taxi/decolagem/pouso?

- Sim
- Não
- Não, mas conheço colegas que já cochilaram

Ao fim do dia de trabalho você se sente sonolento?

- Sim
- Não

Você precisa de mais de um dia de folga do trabalho para colocar o sono em dia?

- Sim
- Não

Você deixa de realizar atividades pessoais (lazer, banco, compras, etc.) para poder dormir?

- Sim
- Não

Você tem dificuldade para dormir em hotéis nos pernoites?

- Sim
- Não