

# Análise da Fadiga no Tripulante da Aviação Executiva

Alexandre Togni Pellegrinelli, Pós-Graduado  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

André William Fassina, Pós-Graduado  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Arthur Marim Rosa, Pós-Graduado  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Francis Paulo Castilho Maia, Pós-Graduado  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Gustavo Liza Nicoletti, Pós-Graduado  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Prof. Marcelo Soares Leão, M.C.  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Prof. Donizeti de Andrade, Ph.D.  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

**Palavras Chave:** Fadiga de voo, Segurança de Voo, Aviação Executiva.

## BIOGRAFIA

Alexandre Togni Pellegrinelli graduado em Ciências Econômicas pela FACAMP – Faculdades de Campinas, Pós-Graduado em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada PE-SAFETY pelo ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, habilitado Gestor de Segurança Operacional (GSO) pela ANAC. Piloto Comercial pela ANAC e FAA. Experiência como comandante de Baron 58 de uma empresa de alimentos. Atualmente trabalha como copiloto de Boeing 737 pela GOL – Linhas Aéreas Inteligentes.

André William Fassina graduado em Engenharia Industrial Mecânica pela EEI - Escola de Engenharia Industrial de São José dos Campos. Pós-graduado em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada PE-SAFETY pelo ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Habilitado em Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) pela ANAC. Funcionário da Embraer S.A desde 1997 atuando inicialmente como desenhista/projetista de sistemas de combustível, participando do projeto das aeronaves Legacy-600, E-Jets, Phenom 100 e Lineage 1000. Desde 2009 atua como Engenheiro de Desenvolvimento do Produto de sistemas de combustível, participando do desenvolvimento das aeronave E-190 Presidencial, ERJ-145 AEW&C India.

Arthur Marim Rosa graduado no curso de Aviação Civil (2012) e pós-Graduado em Segurança de Voo pela instituição Universidade Anhembi Morumbi (2013), é especialista em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada PE-SAFETY pelo ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (2014), e Habilitado como Gestor de Segurança Operacional e Piloto Comercial pela ANAC (2014). Trabalhou no setor de apoio ao voo na empresa Global Táxi Aéreo.

Francis Paulo Castilho Maia, graduado em Engenharia Aeronáutica e Espaço pela UNIVAP-Universidade do Vale do Paraíba. Pós-graduado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada PE-SAFETY pelo ITA-Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Habilitado em Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) pela ANAC. Engenheiro de Projetos Mecânicos, atuando no segmento aeronáutico com foco no desenvolvimento de turbinas a gás e segmento espacial, desenvolvendo projetos na área de propulsão espacial pelo DCTA-Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial.

Gustavo Liza Nicoletti graduado em Aviação Civil e Gestão de Empresas Aéreas pela Universidade Anhembi Morumbi de São Paulo. Pós-graduado em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Habilitado em Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) pela ANAC. Piloto de avião na Modclima Pesquisa e Desenvolvimento Ltda., desde maio de 2009, onde iniciou a

carreira como copiloto, sendo promovido ao cargo de comandante em Janeiro de 2013. Gestor de Segurança Operacional na empresa GP Aeromotores.

Marcelo Soares Leão possui Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) (2012). É especialista em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA (2009). Possui Graduação em Engenharia Aeronáutica pelo ITA (2002). É Engenheiro de Operações de Voo na Azul Linhas Aéreas. É professor colaborador nos programas de Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (PE-Safety) e de Mestrado Profissional em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (MP-Safety) do ITA.

Professor **DONIZETI de Andrade** – Responsável pela Concepção e Implementação e Coordenador dos Cursos de Mestrado Profissional e Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Coordenador dos Cursos de Engenharia de Helicópteros do ITA (desde 1992) e da área de pesquisa em Fatores Humanos na Aviação e seus Aspectos Operacionais (desde 2009). Engenheiro de Aeronáutica (ITA, 1983), Mestre em Engenharia Aeronáutica (ITA, 1987), Master of Science in Aerospace Engineering (Georgia Tech 1992), Doctor of Philosophy (Ph.D.) (Georgia Tech 1992), Aviation Safety Specialist (University of Southern California 2002), MBA (ITA-ESPM 2003), Phonics of the American English Specialist (Atlanta, 1992). Diretor da BrasCopter (Brazilian Helicopter Company, Ltd).

## RESUMO

Este artigo tem como objetivo elaborar um diagnóstico da fadiga em tripulantes da aviação executiva de asa fixa envolvendo aeronaves com motores a jato e turboélices que operam sob os Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil (RBAC) 135 e Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 91. Para tanto, utiliza-se como método um questionário que avalia o potencial de exposição dos tripulantes aos riscos associados à fadiga. Baseou-se o questionário no estudo desenvolvido pela NASA intitulado "*Crew Factor in Flight Operations XIII: A Survey of Fatigue Factors in Corporate/Executive Aviation Operations*". A divulgação do questionário foi feita em rede social, blogs, websites especializados, além de contato com gerentes da área de *safety* de empresas de taxi aéreos e empresas de gerenciamento de aeronaves onde convidou-se pilotos da aviação executiva a responder este questionário de forma anônima. Foram analisados os resultados obtidos em duas partes: a primeira é feita em relação à heterogeneidade da amostra, considerando-se experiência de voo, idade e função a bordo; a segunda é feita em relação aos possíveis fatores que contribuem para a fadiga. Além disso, com o fim de dar subsídio à discussão dos resultados do questionário, analisa-se os conceitos e definições de fadiga, assim como os estudos sobre os principais fatores que a causam. Discute-se também a legislação vigente e como esta atinge este tipo de operação. A importância do estudo, considerando-se as limitações do método, se evidencia frente a algumas respostas obtidas pelo questionário: observa-se que, 27% dos tripulantes

estão expostos ao risco de diminuição dos reflexos e outras capacidades prejudicadas, devido à prolongadas jornadas de trabalho; 26% dos entrevistados afirmaram já terem cochilado involuntariamente no voo com uma frequência maior ou igual do que "algumas vezes". Com isso, foi constatado a importância de se dedicar atenção ao tema, em termos de regulação, legislação e disseminação desse conhecimento uma vez que se identifica que as operações dessa classe de pilotos estão sujeitas à fadiga além de se constatar que existe certa resistência em reconhecê-lo por parte de alguns, o que gera um cenário no qual aumenta a probabilidade de ocorrência de eventos com condições inseguras.

## INTRODUÇÃO

No passado da aviação os fatores humanos não eram encarados como pontos importantes para o conceito de voar. Ao citar que a fadiga foi certamente um desafio para Charles Augustus Lindbergh que a experimentou ao cruzar o oceano atlântico em um voo solo, pode-se dizer que tal problema não é recente, pois o fato ocorreu em 1927. Ao mesmo tempo, a maioria dos aviadores da época se preocupava com a confiabilidade dos sistemas e dos motores de suas aeronaves e com os equipamentos de navegação disponíveis na época. Os pilotos tinham o desafio de voarem alto e em más condições climáticas. Nesse período, fatores humanos como fadiga não eram questões priorizadas (NESTHUS T. & AVERS, 2009).

As capacidades fisiológicas e limitações do ser humano são fatores críticos por manter a segurança e produtividade na indústria de transporte aéreo. Hoje em dia, a confiabilidade de sistemas é alta e eventos são raramente causados por uma única falha isolada de hardware ou de componentes eletrônicos. Atualmente a ameaça de segurança mais comum decorre da realidade do desempenho humano abaixo do ideal. Fatores humanos tais como fadiga de trabalho é um fator importante que deve ser considerado e avaliado para mover a taxa de acidentes cada vez mais próxima do zero.

Para os Fatores Humanos, quando houver algum tipo de operação, sempre existirá a possibilidade de ocorrência de um erro humano. Tais erros podem ser baseados por simples incompatibilidade física, como letras impressas que podem ser confundidas quando muito pequenas, enquanto outros estão envolvidos por complexos fatores psicológicos, ou por estressores como fadiga e limites de tempo rígido (HELMREICH, 1998; FAA, 2002).

Toda operação complexa executada por seres humanos está sujeita a erro, e quando submetida a situações de estresse e/ou sobrecarga de trabalho, trabalho monótono ou sub carga, a probabilidade da ocorrência do erro é ainda maior (HELMREICH, 1998; FAA, 2002).

O fator fadiga se torna um ponto chave no quesito da segurança, principalmente quando é abordado que de 20 a 30% de todos os acidentes relacionados a transporte nos Estados Unidos da América tem a fadiga como fator contribuinte. Os fatores mais comuns que levam tal problema relacionam-se com a perda de sono por rompimento circadiano, extensas jornadas ou voos na madrugada (AKERSTEDT et al., 2003).

Operações de voos executivos são definidas como o uso de aeronaves próprias ou alugadas e operadas por uma empresa corporativa ou de negócios para o transporte de pessoal ou ainda cargas para fins de negócios da empresa e as operações

executivas abrangem uma ampla gama de atividades. Uma operação pode ser constituída por um único piloto ou um extenso departamento de voo que administra mais de 50 aviões com centenas de pessoas associadas. Dias de trabalho podem se caracterizar por várias etapas de curta duração ou a noite toda em uma travessia transoceânica. Voos podem terminar em pistas de pouso pequenas, não controladas ou aeroportos internacionais congestionados. Muitas operações executivas são caracterizadas por uma longa espera no destino, durante a qual negócios são realizados, seguido por um voo de regresso. Outras características comuns são voos não programados, horários que mudam rapidamente e dias estendidos. Frequentemente, os pilotos executivos têm responsabilidades adicionais durante o pré ou pós voo, tais como manuseio de bagagem ou reabastecimento de combustível (NASA, 2000).

Considerando a larga escala de eventos envolvendo a aviação geral e o grande problema relacionado aos fatores humanos, pode-se dizer que há uma necessidade de se buscar os motivos pelos quais tais números são abusivos e ainda identificar o nível de sobrecarga de trabalho, mais especificamente de fadiga humana, em que se encontra o tripulante da aviação executiva.

O objetivo principal deste artigo é apresentar um diagnóstico sobre a fadiga em que se encontram as tripulações da aviação executiva, mais especificamente em aeronaves tipo turbo hélice e turbo jato, segundo Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBAC) 135 e o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 91. Entende-se que tal artigo é primordial para a segurança que envolve esse grupo, pois a identificação do cenário em que é empregado ajuda a definir diretrizes importantes para a evolução da segurança da aviação.

Este artigo levanta o perfil da tripulação baseando-se nos dados obtidos através da pesquisa (questionário) respondida por estes e, enumera os principais fatores que contribuem para a fadiga dos pilotos executivos. Com essa abordagem acredita-se que, ao levantar o perfil das tripulações da aviação executiva, poder-se-á criar metodologias eficientes para que sobrecargas de trabalho possam ser divididas de uma forma sistêmica evitando prejudicar a rentabilidade do serviço prestado.

## DEFINIÇÃO DE FADIGA

Fadiga é um dos fenômenos mais comumente vivenciados por todos os seres humanos. No entanto, esse conceito é causa de grande confusão na ciência.

Segundo Gander (2011), os fatores provindos do fenômeno fadiga relacionam-se com a flutuação no ciclo diário do relógio biológico circadiano, a restrição do sono e a relação tempo para a execução de tarefas.

Para a *International Civil Aviation Organization* (ICAO):

O estado fisiológico de redução da capacidade de desempenho físico ou mental, resultante da falta de sono, vigília estendida, fase circadiana e/ou carga de trabalho, que podem prejudicar o estado de alerta e a habilidade de operar com

segurança uma aeronave ou desempenhar tarefas relativas à segurança.

(ICAO, 2011 apud CARMO, 2013, p. 895).

O prejuízo no desenvolvimento das atividades usuais e a deficiência no alcance dos resultados habituais, em conjunto com a manifestação de cansaço/canseira são as principais referências empíricas do conceito de fadiga na área da saúde (MOTA; CRUZ; PIMENTA, 2005).

O termo fadiga é derivado do latim *fatigare* e se estende desde a antiguidade, podendo ser observado em seres humanos e em objetos. Nos seres humanos, o conceito de tal fenômeno ainda não é completamente compreendido pelos profissionais da saúde. Não há um consenso no que tange a definição da fadiga quando exposta em diferentes áreas profissionais, como pode ser observado no comparativo da Tabela 1. Como o fenômeno fadiga está presente no cenário habitual, a análise de seu conceito frente ao âmbito da saúde torna-se necessária. Além disto, os estudos que produzem conhecimentos úteis ao diagnóstico, mensuração e tratamento do fenômeno são necessários para a consolidação do seu conceito (MOTA; CRUZ; PIMENTA, 2005).

O conceito de fadiga foi aceito pela *North American Nursing Diagnosis Association* como um diagnóstico em 1988 e revisado em 1998 (WINNINGHAN, 1996).

**Tabela 1 – Definição de fadiga segundo diferentes áreas - Fonte: MOTA; CRUZ; PIMENTA (2005), p. 289**

Área	Definição de Fadiga
Psicologia	Estudo do desgaste relacionado à redução da motivação.
Educação Física	Declínio na capacidade de gerar tensão muscular com a estimulação repetida.
Index Medicus	Estado de desgaste que segue um período de esforço, mental ou físico, caracterizado por uma diminuição da capacidade de trabalhar e redução da eficiência para responder a um estímulo.
Oncologia	Condição caracterizada por sofrimento e diminuição da capacidade funcional devido à redução de energia.
Odontologia	A fadiga refere-se ao 'desgaste' de materiais de próteses parciais, geralmente gerado por falha no próprio material ou por efeito de cargas repetidas.
Engenharia	Fadiga é um modo prevalente de falência de componentes estruturais ocasionado por períodos de estresse.
Dicionário etimológico	Cansaço.
Dorland's illustrated Medical Dictionary	Estado com aumento do desconforto e diminuição da eficiência resultante de um esforço prolongado ou excessivo.

Muitas vezes a tripulação é obrigada a prolongar sua vigília além do normal devido à falta de pessoal especializado, aos atrasos, às várias etapas de voo, à necessidade da missão e às atividades de planejamento de voo e manutenção aeronáutica. São comuns nas operações aéreas aspectos como a

imprevisibilidade das horas de trabalho, interrupções dos ritmos circadianos, privação de sono, e períodos longos de serviço. Esses frequentemente são causas de fadiga nas tripulações da aviação executiva (CARMO, 2013).

Ao falar em fadiga na aviação, relacionam-se os sinais ou sintomas reconhecidos pela medicina/enfermagem como diagnosticáveis. Nesses dicionários, os atributos encontrados foram: exaustão, astenia, letargia, sonolência, fraqueza, cansaço, energia, motivação, atenção, desconforto, esforço e desgaste.

Pode-se dizer que os atributos que se relacionam com a fadiga estão diretamente ligados com a exaustão, cansaço, desgaste, falta de recursos/energia e capacidade funcional, ao passo que as definições de tais atributos são independentes da disciplina que estuda o fenômeno. Pode-se também classificar como antecedentes ou consequentes de fadiga, os atributos como letargia, sonolência, atenção e concentração, diminuição da motivação, necessidade extrema de descanso e mal-estar.

A fadiga nem sempre está presente em um mesmo momento ou com a mesma intensidade em um indivíduo, logo a sua atribuição a um único indivíduo não é aplicável. Já os atributos definidos como fraqueza, falta de energia/força, desconforto, esforço, aversão à atividades são melhores aplicados ao conceito de astenia. Tal conceito é definido nos dicionários médicos como fraqueza, debilidade, sinal ou sintoma clínico manifestado por incapacidade ou falta de força e energia (MOTA; CRUZ; PIMENTA, 2005).

Segundo Montandon (2007), o fenômeno fadiga é responsável pela diminuição das habilidades no trabalho e prejuízo no estado de alerta, proveniente de jornadas longas, esgotamento físico e mental. Todos estes efeitos representam uma ameaça direta à segurança operacional.

Também é definida como um estado fisiológico de reduzido desempenho mental ou físico resultante de falta de sono ou de períodos extensos sem dormir, fase circadiana, ou carga de trabalho (atividade mental e/ou física) que podem prejudicar o nível de alerta, a habilidade de operar uma aeronave com segurança ou de realizar tarefas relacionadas à segurança, de um tripulante (ICAO, 2012b).

Como observado, existem várias definições de fadiga que dificultam a identificação de seus atributos críticos, tornando-se um grande desafio à elaboração de um diagnóstico e ações mitigadoras pontuais, a fim de se garantir a diminuição acentuada de ocorrência do fenômeno.

Devido à grande diversidade de conceitos sobre o termo fadiga, faz-se necessário assumir a fadiga em seu modo simplório pois ela poderá ser aplicada em qualquer espaço do cenário da saúde. (MOTA; CRUZ; PIMENTA, 2005).

### Tipos de fadiga

Segundo Oliveira (2012 apud GIUSTINA, 2013, p. 27), a fadiga é diferenciada em seis diferentes tipos:

- Fadiga mental: falhas, lapsos, falhas de concentração;

- Fadiga muscular: caracterizada por tensão e dor aguda diminuindo a capacidade muscular para desenvolver alguma atividade;
- Fadiga física: manifestação por um estado de sonolência e necessidade de repouso;
- Fadiga emocional: enfraquecimento da estabilidade emocional;
- Fadiga generalizada: manifesta-se por falta de motivação e cansaço constante;
- Fadiga visual: ocorre com sintomas mais comuns como dores de cabeça, dores no pescoço e sensibilidade visual.

### Classificação de fadiga

Ainda segundo Oliveira (2012 apud GIUSTINA, 2013, p. 27), a fadiga pode ser classificada em:

- Fadiga Aguda: é o tipo mais comum e pode ser revertida em curto prazo com um adequado período de repouso;
- Fadiga Prolongada: é o tipo mais extremo, pois não pode ser revertida em curto prazo.

### Fatores causadores de fadiga

A fadiga ocorre principalmente devido à diferença entre o desgaste físico e mental, decorrente de todas as atividades que desempenhadas enquanto se está acordado, e a recuperação deste desgaste que requer sono, de qualidade e na quantidade certa.

Portanto, pode-se destacar duas áreas principais a serem estudadas com o fim de mitigar a fadiga: ciência do sono e ritmo circadiano.

### Ciência do sono

É comum acreditar que o sono pode ser facilmente repostado na noite seguinte caso haja privação do mesmo na noite anterior, para que se possa manter um nível normal de atividade enquanto se está acordado. No entanto, estudos sobre ciência do sono concluem que isto não é verdade.

O método mais comum de se observar o que ocorre com a mente de uma pessoa enquanto dorme é a polissonografia. Através desta, é possível identificar dois tipos diferentes de sono: *Rapid Eye Movement* (REM); *Non-Rapid Eye Movement* (non-REM).

No primeiro, conhecido como sono REM, o nível de atividade cerebral medido pela polissonografia é semelhante ao nível de uma pessoa que está acordada, e é acompanhada por batimento cardíaco irregular. Este tipo de sono é também conhecido como “cérebro ativo em um corpo paralisado”.

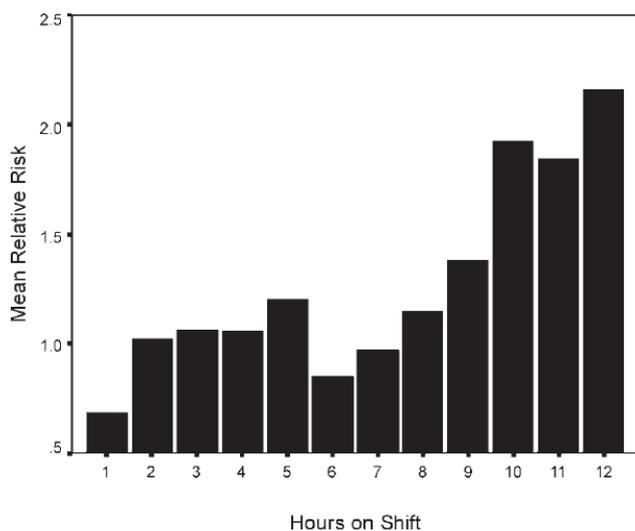
Já o segundo, sono não-REM (*non-REM sleep*), se baseia na desaceleração gradual das ondas cerebrais, a respiração tende a ser lenta e regular. Pessoas que adormecem neste tipo de sono, geralmente têm movimentos físicos do corpo, porém quando acordam não há lembranças das atividades cerebrais, mais conhecido como “cérebro inativo em um corpo móvel”.

Sabe-se também que em uma noite normal de sono, estes dois tipos se alternam em ciclos de aproximadamente 90 minutos, e que a sequência de ciclos ininterruptos é o que provê a qualidade restauradora do sono. Isso influencia diretamente como a pessoa irá se sentir e quão bem será capaz de desempenhar suas funções acordado.

Portanto, conclui-se que são importantes tanto a quantidade quanto a qualidade do sono, que devem garantir a sequência de ciclos REM/não-REM de maneira mais ininterrupta possível e em quantidade suficiente. Isso faz com que o local de descanso, horário e o tempo sejam fatores fundamentais para um sono restaurador.

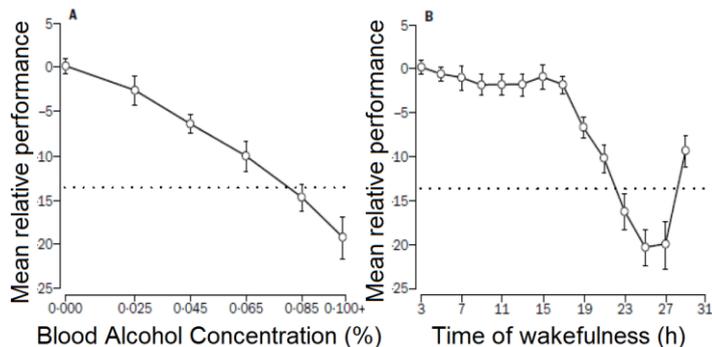
O sono de um indivíduo pode apresentar interrupções devido a patologias, estilo de vida ou exigências da sociedade, o que compromete sua capacidade de restaurar as funções neurológicas do mesmo. Durante o sono restaurador, ocorrem muitos processos fisiológicos. Quando o corpo é privado destes, podem ocorrer variações de humor, sonolência, irritabilidade, fadiga, dificuldade de concentração e desorientação (CARMO, 2013). Segundo ICAO (2012b), desordens de sono podem fazer com que seja impossível um indivíduo obter um sono restaurador, mesmo que seja gasto tempo tentando dormir.

Por isso, é muito importante discutir os efeitos do que é chamado de vigília prolongada. Esta nada mais é do que privação de sono e, relaciona-se com a disfunção mental progressiva e tarefas comportamentais anormais do sistema nervoso. Conforme a Fig. 1, pode-se observar que as jornadas de 7 e de 12 horas, o risco de acidentes dobra na 12ª hora.

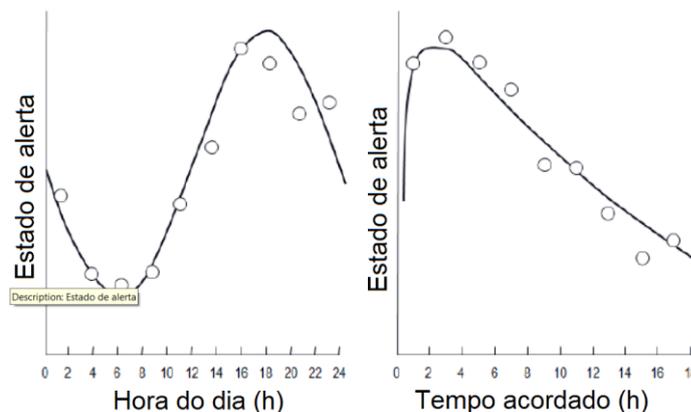


**Figura 1 – Risco médio de acidentes ocupacionais por horas de jornada de trabalho - Fonte: FOLKARD; TUCKER (2003)**

A vigília prolongada quando comparada com o consumo de álcool no sangue, conforme Fig. 2, mostra que um indivíduo acordado há 24 horas tem o seu nível de desempenho relativo médio semelhante ao de uma pessoa com a concentração de 0,1% de álcool no sangue.

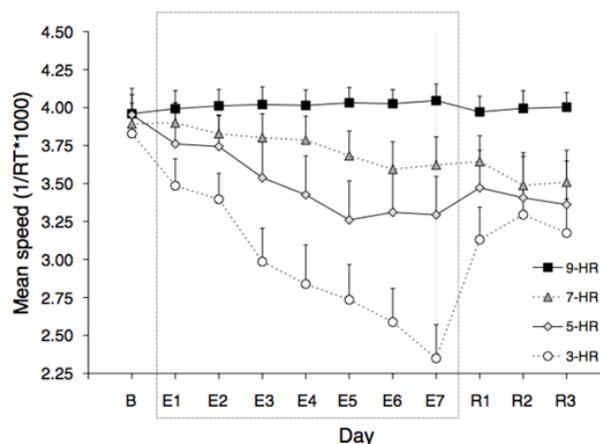


**Figura 2 – Comparação entre os efeitos do álcool e os de vigília no desempenho do ser humano - Fonte: Adaptado de DAWSON; REID (1997) apud RAJARANTNAM; ARENDT (2001)**



**Figura 3 – Alteração do estado de alerta em virtude do tempo acordado - Fonte: adaptado de BELYAVIN e SPENCER (2004)**

Outro fator importante é a comparação entre o estado de alerta com relação ao tempo acordado. Na Fig. 3 observa-se que há uma variação no estado de alerta com o passar das horas. Esta atinge o ponto máximo de alerta às 18 horas, enquanto que, ao comparar o estado de alerta com o tempo acordado, nota-se que ele se mantém elevado por aproximadamente 4 horas. Após este período, há um decréscimo acentuado no mesmo.



**Figura 4 – Relação entre a velocidade de reação e a restrição do sono - Fonte: BELENKY et al., (2003)**

Por fim, vale apresentar um estudo feito em 2003 que relaciona os dados de um teste psicomotor com o tempo de sono de 4 grupos distintos de pessoas, como apresentados na Fig. 4. Todos os grupos dormiram 9 horas por noite durante 3 noites

para definir um tempo de reação padrão, que é o valor B do eixo das ordenadas. Já a velocidade média de reação no teste, a *mean speed* no eixo das abcissas, é  $1/\text{Tempo de reação medido} \times 1000$ . A partir do dia E1, “*Experimental Day 1*”, os grupos foram divididos por tempo de sono. Durante uma semana um grupo continuou dormindo 9 horas por noite, outro grupo dormiu 7 horas por noite, outro dormiu 5 horas e outro dormiu 3. Depois, todos foram submetidos novamente a 3 noites (R1, R2 e R3) de 9 horas de sono por noite. Podemos observar claramente a correlação entre o desempenho psicomotor e a privação continuada de sono (BELENKY et al., 2003).

### **Ciclo circadiano**

O corpo humano possui um mecanismo de controle para melhor desempenho de suas funções bem como a necessidade de descanso do corpo. Este mecanismo é chamado de ciclo circadiano, também definido como relógio biológico do corpo humano. O cérebro está programado pelo ciclo circadiano, sendo este o mecanismo de adaptação do corpo para a vida em nosso planeta que possui as 24 horas do dia, assim, dormir à noite é parte deste processo fundamental do corpo. Portanto é importante esta sintonia do corpo com as fases do dia, tendo já o cérebro estabelecido o momento e duração necessária que o indivíduo necessita descansar/dormir. Pessoas que precisam dormir fora desta sintonia do corpo e as fases do dia, ou que precisam ter o sono interrompido, apresentam alterações em seus organismos, sofrendo variações hormonais, provocando dentre outros problemas a fadiga (, 2012b).

Além do ciclo circadiano o corpo humano possui também o chamado mecanismo homeostático que também está relacionado com a resposta do corpo à estímulos do ambiente. Enquanto o ciclo circadiano é estimulado na ausência de luz do dia, o mecanismo homeostático irá estimular o corpo na presença da luz do dia. Assim a combinação do ciclo circadiano com o mecanismo homeostático é o que faz o indivíduo ficar acordado durante o dia e sonolento durante a noite (CALDWELL, 2003 apud GIUSTINA, 2013).

### **Síndrome jet-lag**

Voos de longa duração, no quais atravessam fusos horários prejudicam o ciclo circadiano do corpo, forçando o mesmo a se adaptar a um novo fuso horário. Esta adaptação do corpo devido ao novo fuso horário é denominado de síndrome de *jet-lag*.

Dentre alguns fatores afetados pelo *jet-lag*, destacam-se: quanto mais fusos horários são cruzados, maior é o tempo de adaptação do corpo e; viagens de leste para oeste apresentam uma adaptação mais rápida do corpo, quando cruzado o mesmo número de fusos horários.

## **ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO SOBRE FADIGA**

Pode-se dizer que historicamente as leis aplicadas para o controle de fadiga se iniciaram no século XIX, com a revolução industrial. O Ato das Fábricas publicado pelo Reino Unido em 1802 foi o primeiro regulamento que limitava as horas de trabalho que podiam ser

desempenhadas por um trabalhador. As pesquisas científicas sobre o tema avançaram durante a segunda metade do século XX e foram fundamentais para o setor de transporte aéreo, que tinham como base a fadiga em função da combinação de operações durante as 24 horas do dia e cruzamento de fusos horários. Os principais avanços científicos na área foram o entendimento da importância vital de um sono adequado para recuperar e manter todas as funções cognitivas, e dos impactos do ciclo do relógio biológico circadiano na capacidade de desenvolver atividades físicas e mentais e na propensão ao sono. Esse conhecimento é particularmente importante para a aviação que une atividades ininterruptas ao longo das 24 horas do dia somadas a mudanças frequentes de fusos-horários (GIUSTINA et al., 2013).

Leis internacionais foram criadas a título de favorecer a segurança, eficiência, economia e o desenvolvimento dos serviços aéreos. Conforme estabelecido na regulamentação da ICAO, Anexo 6, o estado signatário deve definir regras para o gerenciamento de fadiga. Essas devem ser baseadas em princípios e conhecimentos científicos para garantir um nível de alerta seguro nas tripulações. O estado signatário deve estabelecer regulamentos para que o operador gerencie a fadiga de tripulação com base em limites de jornada de trabalho, tempo de voo e tempo de descanso, ou, aonde os operadores possuem autorização para utilizar um FRMS (*Fatigue Risk Management System*) para gerenciar fadiga, as regulamentações pertinentes a este sistema (ICAO, 2012a).

É importante destacar que a decisão do órgão regulador em adotar ou não o FRMS, além dos regulamentos normativos de tempo de voo, jornada e tempo de descanso, depende, entre outros fatores, de sua capacidade de implantar e acompanhar este tipo de sistema (ICAO, 2012b).

### **Fatigue Risk Management System (FRMS)**

Segundo ICAO (2012a), o FRMS é um sistema orientado por monitoramento e gerenciamento contínuo dos riscos à segurança operacional relacionados à fadiga da tripulação, e tem como objetivo garantir que os mesmos operem com um nível de alerta satisfatório.

Ele aplica princípios e processos de um *Safety Management System* (SMS) para gerenciar os riscos relacionados à fadiga e, por isso, procura balancear segurança, produtividade e custos. Ambos, SMS e FRMS, dependem de uma cultura de treinar o pessoal envolvido na atividade a identificar e reportar perigos na operação. Paralelamente, este modelo se baseia em conhecimento científico sobre fadiga e sono, que avançou muito nas últimas décadas, e também na “ciência da segurança”. A Tabela 2 mostra os eixos fundamentais do FRMS e como se pode beneficiar de um SMS já existente (ICAO, 2012b).

Portanto, pode-se dizer que, como o SMS, o FRMS depende de uma estrutura eficiente de reportes de segurança; comprometimento da gerência da empresa com a ferramenta; um processo de monitoramento contínuo; um processo de investigação de ocorrências de segurança que tenha como objetivo identificar deficiências ao invés de achar um culpado; compartilhamento de informações e boas práticas; treinamento integrado para pessoal operacional; efetiva implantação de *Standard Operating Procedures* (SOPs); e um comprometimento com o melhoramento contínuo. No entanto, o FRMS por ser baseado em fadiga de um gerenciamento de

risco de fadiga via limites de jornada e tempo de voos normativos de um SMS comum. A estrutura detalhada de um FRMS e o modo específico no qual ele se relaciona com o SMS do operador podem variar dependendo do tamanho da organização; tipo e complexidade das operações a serem gerenciadas; a maturidade relativa do FRMS e do SMS; e a importância relativa dos riscos associados a fadiga (ICAO, 2012a).

**Tabela 2 – Os eixos fundamentais do FRMS - Fonte: (adaptado de ICAO, 2012b, p. 1-3)**

Limitações prescritivas de tempo de voo e de jornada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia fadiga aguda e prolongada</li> <li>• Responsabilidade compartilhada operador-individual</li> </ul>
SMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema eficiente de reportes</li> <li>• Comprometimento em nível gerencial</li> <li>• Processo de monitoramento contínuo</li> <li>• Investigação das ocorrências que afetam a segurança</li> <li>• Compartilhamento de informações</li> <li>• Treinamento integrado</li> <li>• Implementação eficiente dos SOPs</li> <li>• Aprimoramento Contínuo</li> </ul>

Por fim, o FRMS se mostra hoje a mais eficiente ferramenta para gerenciamento de fadiga, uma vez que é baseado na aplicação de conhecimentos e princípios científicos para o gerenciamento dos riscos associados à fadiga. Ele acrescenta à visão simplista do modelo de regulação normativo que, dentro dos limites de tempo de voo e jornada o voo estará livre de riscos associados à fadiga, uma nova capacidade de identificar, implementar, e avaliar controles e estratégias de mitigação (ICAO, 2012a).

Um exemplo de regulamentação que incorpora o FRMS é a norte-americana. Nos Estados Unidos, a partir do acidente com o Colgan Air 3407 em fevereiro de 2009, a *Federal Aviation Administration* (FAA) passou a entender a fadiga em pilotos como um problema sério. Com isso, iniciaram um grande esforço para combater este problema quando presidente dos Estados Unidos, Barack Obama, sancionou a Lei 111-216 que dava o prazo de um ano para a FAA atualizar as regulamentações referentes aos limites de tempo de voo, trabalho e descanso dos tripulantes das empresas aéreas norte americanas, levando em consideração pesquisas científicas sobre fadiga, sono e ciclo circadiano (VELOSO, 2011). Esta atualização na regulamentação culminou no atual 14 CFR (*Code of Federal Regulation*) Part 117 da FAA, de 2012.

No Brasil, nossa legislação ainda não possui regulamentações para o uso de FRMS. Também, segundo o Anexo 6, Parte 1 da ICAO, o estado signatário tem a opção de regulamentar a fadiga apenas de maneira normativa,

como já é feito no Brasil. Também pode regulamentar os limites de jornada e tempo de voo mais FRMS a todas as operações, ou ainda estabelecer FRMS para algumas operações e utilizar regulação normativa para as demais. Existem alguns esforços em andamento para implantar o FRMS no Brasil, no entanto, segundo a ICAO (2012b), o FRMS requer uma abordagem regulatória baseada em desempenho, o que impõe alguns desafios ao órgão regulador. Ao invés de identificar e então monitorar o cumprimento previsto nos regulamentos, a regulação requer a identificação de resultados aceitáveis de desempenho e validação do sistema que atingiu esses resultados. Esta diferença na abordagem requer mudanças na base de conhecimento e de habilidades dos diversos indivíduos envolvidos no desenvolvimento das regulações e na supervisão do sistema (ICAO, 2012b).

Apesar deste desafio, há uma tentativa em andamento para a implantação deste sistema no Brasil. Segundo ASAGOL (2014), houve uma reunião na sede da ANAC no dia 04 de agosto de 2014 para discutir a implementação do FRMS nas empresas aéreas brasileiras. Segundo o boletim desta associação, a reunião teve como objetivo discutir o papel da agência no processo de implementação deste sistema, uma vez que a o projeto de lei do aeronauta que tramita hoje no senado prevê sua implantação.

### **Análise histórica da legislação sobre fadiga no Brasil**

O processo de controle da fadiga na indústria de transporte aéreo brasileiro teve origem nos anos 60, quando em 29 de maio de 1961, foi aprovado o Decreto nº 50.660, sendo esta a primeira legislação para regulamentar a atividade dos aeronautas brasileiros. O modelo adotado em 1961 de controle da fadiga foi semelhante ao praticado no mundo, onde o controle era feito através da relação tempo no trabalho *versus* tempo de descanso (GIUSTINA et al., 2013).

Em 1980 foi apresentado um projeto de lei, que foi aprovado em 1984 e tornou a Lei 7183/84 a legislação que regula até hoje a profissão dos aeronautas, e consequentemente, dos tripulantes. Esta Lei regulamenta o problema da fadiga de maneira normativa, através de limites de tempo de voo, jornada de trabalho e tempo de descanso apenas.

Apesar de esta lei acrescentar uma série de requisitos e normas mais criteriosas, vale destacar que ela utiliza o mesmo método do Decreto 50.660 para controle de fadiga. Portanto, ela está claramente defasada em relação aos estudos científicos sobre as causas, efeitos e o gerenciamento da fadiga no meio da aviação.

Por isso, em uma busca pela adequação da regulação aos conceitos do FRMS e dos aspectos psicossociais (dos quais muitos não existiam há 30 anos atrás), que impactam a rotina do tripulante, entidades de classe e empresas tem-se discutido um projeto de lei no senado. O objetivo do mesmo é desenvolver, através da regulação, novos padrões de segurança que mitiguem os fatores contribuintes da fadiga (SINDICATO NACIONAL DOS AERONAUTAS et al., 2014). É importante ressaltar que esta discussão envolve um novo cenário econômico-social que compreende diferentes interesses, e que devem considerar também viabilidade econômica, qualidade de vida e aspectos sociais. Mas, apesar da complexidade do tema, a tramitação do projeto se encontra em fase avançada.

### **Aviação executiva e a legislação brasileira**

Aviação executiva é heterogênea em tipos de operações e aeronaves. Neste artigo, utilizamos a definição de aviação executiva do conselho internacional de aviação executiva IBAC (*International Business Aviation Council*):

**Aviação executiva:** Setor da aviação que envolve operações ou uso de aeronaves por empresas que carregam passageiros ou bens para auxiliar na condução de seus negócios, voando com propósitos que geralmente não são considerados oferta pública de vagas, pilotada por um profissional que tenha no mínimo uma licença de piloto comercial e uma habilitação de voo por instrumentos válida.

(IBAC, 2014, tradução própria).

Soma-se a esta definição, as seguintes subdivisões:

**Subdivisão 1 - Aviação executiva comercial:** operação comercial ou uso de aeronaves por empresas que carregam passageiros ou bens para auxiliar na condução de seus negócios, com oferta pública de vagas, pilotada por um profissional contratado para voar a aeronave.

**Subdivisão 2 – Aviação executiva corporativa:** operação não comercial ou uso de aeronaves por empresas que carregam passageiros ou bens para auxiliar na condução de seus negócios pilotada por um profissional contratado para voar a aeronave.

**Subdivisão 3 – Aviação executiva operada pelo dono:** operação não comercial ou uso de aeronaves por um indivíduo que carrega passageiros ou bens para auxiliar seu próprio negócio.

**Subdivisão 4 – Aviação executiva de propriedade fracionada:** operação ou uso de aeronaves por uma entidade para um grupo de donos que possuem cotas mínimas das aeronaves operadas por essa entidade. Operações de propriedade fracionada normalmente não são comerciais; No entanto, a operação das aeronaves pode ser parte de uma operação comercial, dependendo do Certificado de Operador Aéreo (*Air Operator Certificate - AOC<sup>2</sup>*).

(IBAC, 2014, tradução própria)

Para efeito de homogeneização do grupo de tripulações, este estudo leva em conta somente as operações em aeronaves turboélices e jatos dentro das 4 subdivisões, dada a grande heterogeneidade de aeronaves e operações caso seja considerado também aeronaves com motores convencionais.

Feita esta definição, o artigo disserta sobre os tipos de operação definidos nos RBACs ou RBHAs. Vale destacar que independentemente do tipo de operação, a Lei 7183/84 é aplicável a todo aeronauta, que de acordo com o artigo 2o da mesma é: “[...] o profissional habilitado pelo Ministério da Aeronáutica<sup>3</sup>, que exerce atividade a bordo de aeronave civil nacional, mediante contrato de trabalho.” (BRASIL, 1984, Art 2o). Caberia fazer diversas considerações jurídicas a respeito de uma possível operação sem contrato de trabalho e a possível aplicação ou não desta Lei, no entanto, isso desviaria o contexto do escopo deste artigo. Portanto, para simplificar, as operações discutidas pressupõem que os aeronautas estejam operando sob o artigo 2o desta Lei. Com isso, observa-se que a lei que hoje está em vigor alcança de maneira parecida tanto a aviação executiva, quanto a aviação comercial. Tanto no RBAC 135 quanto no RBAC 121, a limitação de tempo de voo e os requisitos de descanso das tripulações é semelhante:

#### SUBPARTE F TRIPULAÇÕES: LIMITAÇÕES DE TEMPO DE VOO E REQUISITOS DE DESCANSO

##### **135.261 Aplicabilidade**

Esta subparte é aplicável a tripulações de voo e a comissários de voo exercendo função a bordo de aeronaves operando segundo este regulamento.

##### **135.263 Limitações de tempo de voo e requisitos de descanso**

As limitações de tempo de voo, os requisitos de descanso e as demais normas que regulam o exercício da profissão de aeronauta estão contidas na Lei nº 7.183, de 5 de abril de 1984, e em sua regulamentação. Para os tripulantes engajados em voos de ligações sistemáticas ou em operações complementares, como definidas na seção 119.3, são aplicáveis os artigos da Lei referentes a empresas de transporte aéreo regional.

(ANAC, 2010a, p. 83)

E na aviação geral:

#### SUBPARTE Q – LIMITAÇÕES DE TEMPO DE VOO PARA TRIPULANTES

##### **121.470 – aplicabilidade**

Esta subparte estabelece limitações de tempo de voo para tripulantes de detentores de certificado operando segundo este regulamento.

##### **121.471 – limitações de tempo de voo e requisitos de repouso**

Toda a atividade de tripulantes operando aeronaves segundo este regulamento é regida pela lei nº 7.183,

de 05 de abril de 1984, e pela regulamentação decorrente da referida lei.

(anac, 2010b, pg. 160)

Ambos os regulamentos apontam para a Lei 7183/84 como limitação de tempo de voo para tripulantes. No entanto se observarmos na mesma, existem algumas diferenças em relação a empresas de taxi aéreo como por exemplo o Art. 21 § 1º:

“Nos voos de empresas de taxi aéreo, [...] realizados por tripulação simples, se houver interrupção programada da viagem por mais de 4 (quatro) horas consecutivas, e for proporcionado pelo empregador acomodações adequadas para repouso dos tripulantes, a jornada terá a duração acrescida da metade do tempo de interrupção, mantendo-se inalterados os limites prescritos na alínea ‘a’ do Art. 29 desta Lei.”

(BRASIL, 1984)

A alínea “a” do Art. 29 referido pela passagem acima faz menção a um limite de 9 horas e trinta minutos de voo e 5 (cinco) pousos, na hipótese de ser uma tripulação mínima ou simples. No entanto, o § 4º do mesmo artigo diz que o limite de pousos citado nesta alínea não é aplicado a empresas de taxi aéreo e serviços especializados. Com os estudos científicos sobre fadiga disponíveis hoje, a falta de um limite de pousos e decolagens, por exemplo, pode levar a operações de elevado nível de risco devido ao impacto de uma alta carga de trabalho no nível de fadiga do tripulante, condição presente em cada pouso e decolagem. Nessa condição, a presença de um método de gerenciamento de risco relacionado à fadiga seria capaz de detectar e, se necessário, impedir uma operação deste tipo. Por outro lado, é importante discutir a viabilidade econômica da implantação e manutenção deste tipo de ferramenta, que dependendo da operação pode se tornar inviável ou desnecessária.

Por fim, algumas operações da aviação executiva não se enquadram no RBAC 135, mas sim no RBHA 91. Um exemplo deste tipo de operação são os voos das Subdivisões 2, 3 e 4 da aviação executiva, que por tratar-se de atividades geralmente não comerciais, não necessitam necessariamente de concessão ou autorização de prestação de serviços públicos de transporte. Este regulamento em especial não possui nenhuma referência direta à Lei do aeronauta, no entanto, dada a definição do artigo 2º, mesmo se estiver operando sob o RBHA 91, devido à existência de um contrato entre tripulante e operador, a mesma também se aplica. Mas, vale destacar que a falta de uma referência direta no regulamento a respeito disso pode gerar confusão.

## **QUESTIONÁRIO APLICADO E RESULTADOS OBTIDOS**

Utilizou-se como ferramenta para obter dados de campo um questionário. Apresentam-se os fatores relevantes para a elaboração deste, assim como os resultados obtidos.

## **Elaboração do Questionário**

Ao longo do desenvolvimento deste artigo identificou-se a necessidade de conhecer as condições e o ambiente nos quais estão inseridos os pilotos que atuam na aviação executiva, para isto foi desenvolvido um questionário contendo perguntas-chaves para viabilizar um diagnóstico eficiente, de forma traçar o perfil do tripulante, assim como avaliar sua exposição à fadiga.

A elaboração deste questionário tem como base o estudo desenvolvido pela NASA, intitulado "*Crew Factor in Flight Operations XIII: A Survey of Fatigue Factors in Corporate/Executive Aviation Operations*". Após sua elaboração o mesmo foi disponibilizado por meio da internet <<https://pt.surveymonkey.com/s/questionariofadiga>>, o passo seguinte se deu quanto à divulgação do questionário em rede social, blogs e websites especializados além de contato com gerentes da área de *safety* de empresas de taxi aéreos e empresas de gerenciamento de aeronaves onde, convidou-se pilotos da aviação executiva a responder este questionário de forma anônima.

O questionário esteve disponível na internet durante o período de 20/09/2014 a 05/10/2014, obtendo 103 respostas.

## **Análise do Questionário**

A análise do questionário está dividida em duas partes: a primeira analisa o perfil dos entrevistados e a heterogeneidade da amostra; a segunda analisa os possíveis fatores que contribuem para a fadiga da tripulação da aviação executiva.

## **Perfil do Piloto Executivo**

Após o fechamento do questionário, iniciou-se o trabalho de interpretação do conteúdo apresentado em suas respostas, assim se tornou possível identificar desde a faixa etária dos pilotos, as condições de trabalho as quais estão expostos bem como fatores pessoais identificados pelos mesmos como pontos colaboradores à fadiga.

Em relação à faixa etária dos pilotos que responderam o questionário, a mesma ficou bem distribuída entre 18 e 46 anos. Esta faixa de idade concentrou 88% das respostas de maneira bem homogênea, sendo as subfaixas 18-25 anos (35%), 26 – 35 anos (34%) e 35-46 anos (19%).

Dentre os pilotos que responderam ao questionário a maioria é do sexo masculino (99%), sendo que 55,3% do total têm a função de comandantes e 45,6% de copilotos. Ainda, 50,5% do total operam aeronaves tipo jato enquanto que 55,3% operam turboélices.

Quanto ao tempo de experiência, os tripulantes estão bem distribuídos em termos de horas de voo totais como pode ser visto na Fig. 5. A homogeneidade de experiência nesse sentido mostra que existem perfis de experiências bem diferentes dentro da atividade, que variam entre pilotos com pouca, menos de 300 horas, e com muita experiência, 4000 horas ou mais. A maioria dos pilotos que participaram da pesquisa se encontra na faixa de 1001 a 2500 horas (28%), porém com apenas 3 pontos percentuais de diferença, estão os pilotos com

4001 horas ou mais (25%) de experiência, assim como os com 301 horas a 1000 horas (25%). Apenas 13% têm menos de 300 horas.

Ainda sobre a experiência dos tripulantes, é importante ressaltar que 76% possuem até 1000 horas de experiência no equipamento operado, sendo que 41% destes possuem 300 horas ou menos no avião operado, o que pode ser considerado pouco para o cargo de comandante, mas não tanto para copiloto. Observou-se também que dos outros 24% que possuem mais de 1000 horas de experiência no equipamento operado, 15% responderam que possuem 1001 a 2500 horas. Portanto, apesar de a maioria dos pilotos terem menos de 1000 horas experiência no equipamento, a proporção de pilotos com 1001 horas ou mais não é pequena.

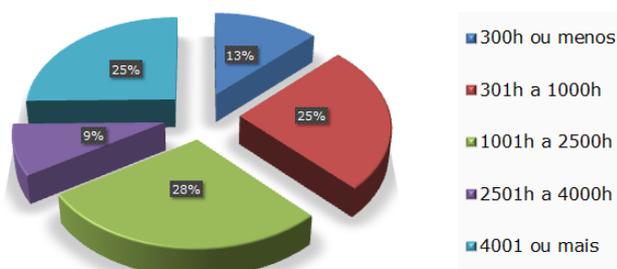


Figura 5 – Total de horas de voo - Fonte: (Os autores)

Estes dados de perfil mostram que a pesquisa possui uma amostragem bem heterogênea em termos de experiência de voo, idade e função a bordo. O único quesito que não foi heterogêneo e que talvez possa ser explorado com mais profundidade em um estudo futuro é o sexo dos tripulantes. Isso pode ser considerado uma limitação dessa pesquisa, da qual 99% dos que participaram são do sexo masculino.

### Análise dos Fatores

Iniciando a análise dos fatores relacionados à fadiga, observa-se que dos tripulantes que responderam ao questionário 39% voam em média mais do que 30 horas por mês, sendo que 27% do total de resposta e, a maior parte destes, voa em média de 30 a 50 horas por mês. Vale destacar que 12% do total voam em média mais do que 50 horas por mês. Em suma é mais comum os tripulantes voarem em média entre 10 a 30 horas e 30 a 50 horas no mês com um percentual de 74% do total. Estes dados podem ser observados na Fig. 6.

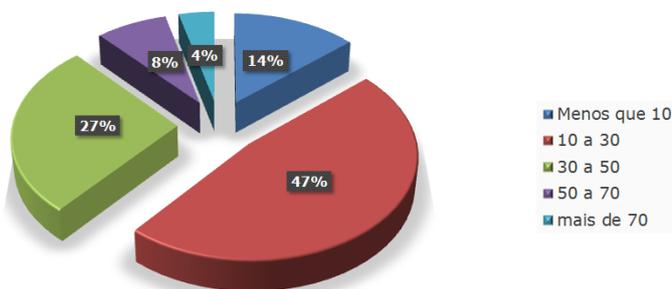


Figura 6 – Média de horas voadas ao mês - Fonte: (Os autores)

Por outro lado, em muitas operações da aviação executiva, os tripulantes têm mais atribuições além do voo em si, como planejamento, peso e balanceamento, gerenciamento dos planos de voo, slots ATC, abastecimentos, manejo de bagagem e até comissária, além de prolongadas esperas nos aeroportos, fato que tende a aumentar esta proporção. Ao analisar as respostas em relação a quantidade de horas médias na jornada, observou-se que a maioria dos tripulantes costuma enfrentar jornadas com mais de 7 horas.

Segundo os estudos de Rajaratnam e Arendt (2001), em média, o desempenho do ser humano começa a decair a partir das 15 horas acordado, podendo chegar ao equivalente a 0.05% de álcool no sangue com 19 horas, e 0.1% com 24 horas.

Segundo Folkard e Tucker (2003) apresentado na Fig. 1, o risco de acidentes ocupacionais aumenta significativamente para turnos acima de 10 horas e, das respostas obtidas pelo questionário, observa-se que, 27% do total estão expostos ao risco de diminuição dos reflexos e outras capacidades prejudicadas, devido à fadiga. Estes dados são observados através da Fig. 7.

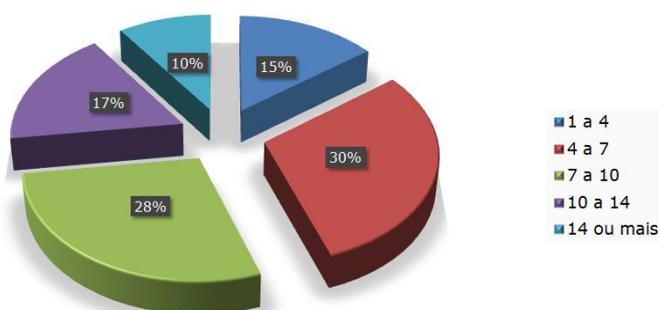


Figura 7 – Média de jornada de trabalho por dia - Fonte: (Os autores)

Constata-se também que 80% dos entrevistados tem em média apenas entre 1 a 3 "pernas" voadas por jornada, algo bem diferente da maioria dos voos comerciais domésticos, evidenciando o tipo de operação por esses pilotos. Destaca-se também que 36% dos entrevistados voam em média 10 a 30 horas noturnas por mês. Já em relação à média de horas diurnas voadas por mês, observa-se que 62% dos tripulantes voam entre 10 e 30 horas. Esse dado não se mostrou conclusivo, pois o período de um mês adotado para esta questão não permite avaliar se este dado apresenta ou não um risco à fadiga.

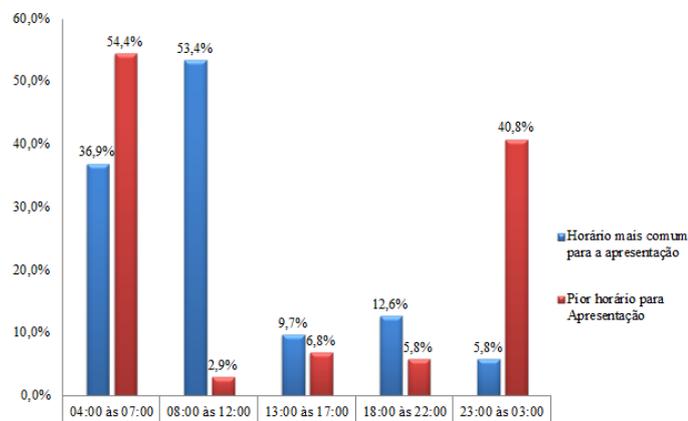
Em sequência à análise, os pilotos responderam sobre a forma de escala em que trabalham, e disponibilizou-se também um campo adicional para, caso necessário, o piloto pudesse descrever sua escala de trabalho. Em 42% dos casos os pilotos alegaram estarem sempre à disposição do operador da aeronave limitados apenas pela quantidade de horas descritas na Lei nº 7.183, de 5 de abril de 1984. E 26% alegaram a escala de trabalho de 7x7, onde trabalham 7 dias seguidos e ficam 7 dias seguidos de folga.

No que tange ao horário de apresentação os pilotos em sua maioria (90,3%) tem sua apresentação pela manhã entre 04:00 e 12:00, dividindo-se em 36,9% entre 04:00 e 07:00 e 53,4% entre 08:00 e 12:00.

Conforme apresentado na Fig. 8, vale ressaltar que os dois horários que os tripulantes consideraram o pior para se apresentar estão entre 04:00 e 07:00 (54,4%) e entre 23:00 e

03:00 (40,8%). Entre 04:00 e 07:00 é o horário mais comum para apresentação de 36,9% e assinalados por 54,4% dos entrevistados como o pior horário de apresentação.

Os pilotos da aviação executiva possuem atribuições extras quando comparado aos pilotos da aviação comercial. Destas, a Fig. 9 apresenta as principais e a proporção entre elas. A questão 15 do questionário permitia ao entrevistado selecionar mais de uma opção, assim a sua somatória final será maior do que 100%.

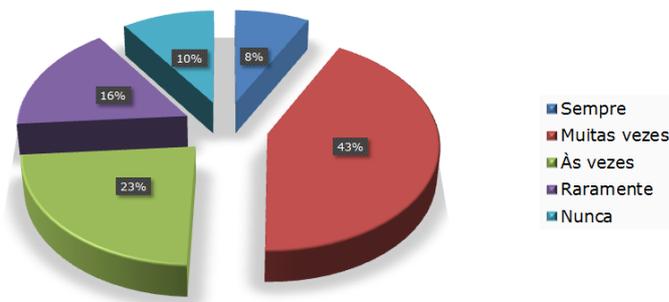


**Figura 8 - Horário de apresentação dos pilotos para o trabalho - Fonte: (Os autores)**



**Figura 9 – Atribuições complementares dos pilotos executivos - Fonte: (Os autores)**

A aviação executiva além de ser um meio de transporte eficiente para quem deseja agilidade no dia-a-dia também é em alguns casos o único meio aéreo existente em várias localidades que não são atendidas por voos comerciais, e em grande parte desses aeroportos não existe uma infraestrutura adequada para o descanso dos tripulantes e eles acabam não indo para hotéis por questão de escolha do operador, aumentando em muitas horas sua jornada e não sendo amparados pela Lei 7183 onde apenas cita a quantidade máxima de horas de voo e não de jornada. Isso pode ser observado na Fig. 10. Quando falamos em vigília prolongada no começo desse estudo, esse aspecto de espera por mais de 4 horas tem um fator preocupante, pois segundo estudos (FOLKARD; TUCKER, 2003) que comparam jornadas de 8 e 12 horas, o risco de acidentados chega a dobrar na 12ª hora. O resultado do questionário mostra que 8% dos entrevistados alegaram que SEMPRE usam a aeronave ou aeroporto por mais de 4 horas, a maioria dos pilotos com 43% usam MUITAS VEZES seguido 23% ÀS VEZES, 16% RARAMENTE e apenas 10% alegaram NUNCA terem usado como local de descanso.

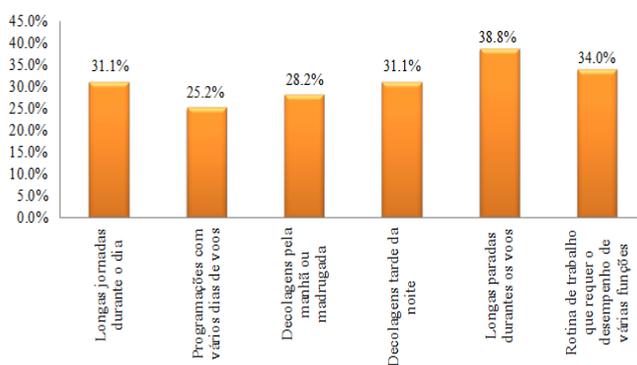


**Figura 10 – Utilização da aeronave/aeroporto como local de descanso por mais de 4 horas - Fonte: (Os autores)**

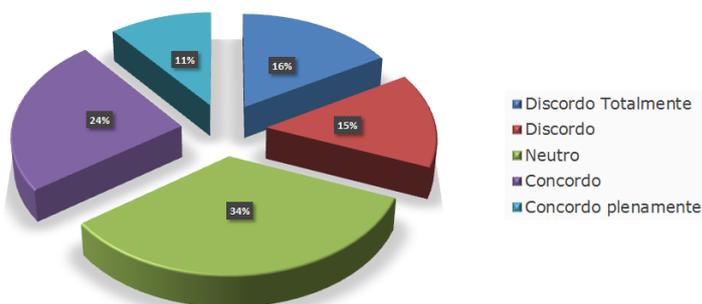
Reforçando a questão anterior demonstrando como as longas paradas durante os voos são prejudiciais para a operação, aumentando a jornada e criando um ambiente propício à fadiga, 31,1% dos entrevistados assinalaram que é um dos fatores que mais influência na ocorrência da fadiga, como pode ser observado na Fig. 11.

Para a questão 17 do questionário, 34,0% das respostas indicam que o desempenho de várias funções, além do voo, é o fator que mais contribui na ocorrência da fadiga. Também é destacado o horário da apresentação como uma questão da qual os pilotos acham relevante, obtendo-se 28,2% para decolagens pela manhã ou madrugada e 31,1% para decolagens tarde da noite. Nesta questão também permitia ao entrevistado selecionar mais de uma opção, assim a sua somatória final será maior do que 100%.

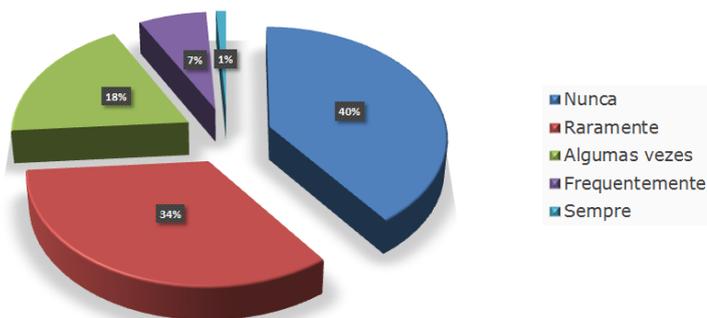
Quando questionados se o operador se preocupa com a fadiga dos pilotos, os entrevistados se dividiram em 31% que discordam, 35% que concordam e 34% neutros a esta afirmação, conforme apresentado na Fig. 12, mostrando como o perfil do operador da aeronave é muito diferenciado.



**Figura 11 – Fatores que contribuem para o efeito da fadiga - Fonte: (Os autores)**



**Figura 12 – Operador se preocupa com a fadiga da tripulação - Fonte: (Os autores)**



**Figura 13 – Já cochilou involuntariamente durante o voo - Fonte: (Os autores)**

Conforme apresentada na Fig. 13, obteve-se 40,0% de respostas para NUNCA e 34,0% para RARAMENTE quando indagados se já cochilaram involuntariamente durante um voo. Porém, cabe ressaltar que 18% dos entrevistados responderam que ALGUMAS VEZES, 7% responderam que FREQUENTEMENTE e 1% respondeu que SEMPRE cochilam involuntariamente durante o voo. Através da análise deste dado, o grupo considera que o cochilo involuntário durante o voo ocorre e merece atenção.

A última pergunta do questionário foi uma solicitação ao entrevistado comentários relevantes acerca deste tema. Como resultado obteve-se 21 comentários atendendo esta solicitação, entre elas destacam-se as seguintes:

- Apresentado uma crítica à fiscalização da agência reguladora para os operadores do RBHA 91, onde a extrapolação dos limites de jornada é mais frequente e não há nenhuma previsão em implantar um programa de gerenciamento.

- Comentou-se sobre a dinâmica de trabalho na aviação executiva onde muitas vezes as tarefas fora do avião com frequência fadigam mais que a operação da aeronave em si.  
- O problema da escala sobre demanda também foi comentado, pois o aviador está em casa, mas nunca de folga, pois precisa ficar 24 horas à disposição do operador afetando a vida pessoal do piloto.

- Por fim, a preocupação com as respostas de aviadores que não reconhecem a fadiga e os seus perigos, acreditando que precisam voar mesmo estando em condições de cansaço extremo, pois é este o dever deles.

## CONCLUSÕES

Com base nos estudos e na legislação apresentados neste artigo, bem como nos conceitos aqui discutidos e nos dados obtidos através do questionário, percebe-se a importância de uma legislação consistente, bem como a necessidade de se estabelecer padrões ou procedimentos que contribuam para reduzir os efeitos da fadiga na tripulação.

Conclui-se que a falta de uma limitação no número de pousos e decolagens para operações sob o RBAC 135, abre a possibilidade de operações expostas aos riscos associados à fadiga, apesar de que os resultados apresentados no questionário não apontam para um cenário onde a maioria

das operações é conduzida com um número excessivo de pernas. De qualquer maneira, esta condição mostra que há espaço para a implementação de um sistema de gerenciamento de fadiga que, no lugar da legislação, poderia impedir uma operação deste tipo. É importante destacar também que não há referência no RBHA 91 sobre a aplicabilidade da legislação nas operações que se dão sob contrato e que são regulamentadas por este, o que pode gerar interpretação errada sobre a aplicabilidade da lei neste caso.

Através dos dados obtidos com o questionário e comparando-os com os estudos referenciados neste artigo, observa-se que a rotina e as atividades extras atribuídas à tripulação evidenciam que os mesmos estão expostos aos efeitos da fadiga, concluindo-se então que estão convivendo com os riscos associados à segurança operacional. Isso faz com que a tripulação apresente desgaste físico e principalmente de concentração e degradação no estado de alerta na tomada de decisões, o que contribui para o aumento da probabilidade de ocorrer um evento inseguro durante a operação.

Observa-se também em alguns pilotos a resistência em admitir tanto a fadiga e os fatores humanos como fatores potenciais e que estão relacionados à segurança de voo. Isto é comprovado através de dois comentários obtidos no questionário e apresentado na Tabela 3 do apêndice.

Este tipo de avaliação apresenta dificuldades para se obter dados consistentes, assim ressalta-se que a confiabilidade assegurada às respostas, aliada às proteções lógicas do website on-line escolhido, não eliminam afirmações imprecisas e falsas que alguns respondentes possam adotar. A limitação e falta de acesso aos dados de campo dificulta abranger uma maior amostra de entrevistados, porém o resultado da pesquisa é considerado satisfatório, pois se obteve 103 entrevistados no período de 14 dias, superando a meta do grupo de 100 entrevistados.

Outra dificuldade identificada durante este artigo é que não é possível apresentar ações mitigadoras a partir dos dados obtidos, pois este trata em identificar se a tripulação está ou não exposta aos efeitos da fadiga e apresentar os riscos associados. Tais mitigações podem ser tema de trabalhos futuros.

## RECOMENDAÇÕES

Baseando-se nos resultados obtidos e analisados, o grupo recomenda:

Disseminar o conceito da fadiga entre os operadores, tripulantes e funcionários da aviação executiva, tomando como exemplo a aviação comercial que possui procedimentos, submete-se a fiscalizações e utiliza-se de sistemas fortemente estabelecidos. Dependendo do tipo de operação, é muito importante que se gerencie os riscos associados à fadiga, mesmo que de maneira mais simplificada do que é feito na aviação comercial, para elevar significativamente os níveis de segurança, levando-se em conta a viabilidade econômica deste processo.

Oferecer palestras aos operadores da aviação executiva onde seja abordado o tema fadiga, bem como outros fatores humanos que, direta ou indiretamente, contribuem a segurança aeronáutica.

Ao órgão regulador inserir no RBHA 91 ou no RBAC que venha a substituí-lo, que tripulantes operando sob contrato com o operador e sob este regulamento, também estão sujeitos às limitações da lei do aeronauta.

Aos operadores avaliar a implementação de métodos que possam diminuir a ocorrência do cochilo involuntário durante o voo, pois conforme observado no item 4.2.2, o grupo considera grande o percentual de ocorrência deste evento durante o voo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos os professores do curso por todo o conhecimento compartilhado, aos professores Donizeti de Andrade e Marcelo Soares Leão pela orientação e ao Comandante Paulo Licati pela co-orientação e sugestões para a conclusão deste artigo. A todos aqueles que contribuíram na divulgação do questionário e a todos os pilotos que gentilmente atenderam a solicitação e contribuíram para este artigo com suas respostas e comentários. Aos colegas do curso por enriquecerem as discussões, com seus conhecimentos e experiências profissionais e aos colegas do grupo, pelo trabalho em equipe.

## REFERÊNCIAS

AKERSTEDT, T. et al. **Meeting to discuss the role of EU FTL legislation in reducing cumulative fatigue in civil aviation**. Brussels: European Transport Safety Council, 2003. Disponível em: <[http://www.etsc.be/documents/pre\\_19feb03.pdf](http://www.etsc.be/documents/pre_19feb03.pdf)>. Acesso em: 14/11/2014

ANAC. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil no 135** – EMD no 03 – Requisitos Operacionais: Operações Complementares e Por Demanda. 24 de Agosto de 2010a.

ANAC. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil no 121** – EMD no 03 – Requisitos Operacionais: Operações Domésticas, de Bandeira e Suplementares. 17 de Março de 2010b.

ASAGOL. **Associação dos Aeronautas**. Disponível em [www.asagol.com.br](http://www.asagol.com.br). Acessado em 25/09/2014.

BELENKY G., WESENSTEN N.J., THORNE D.R., THOMAS M.L., SING H.C., REDMOND D.P., et al. **Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: a sleep dose-response study**. Journal of Sleep Research, 2003. 12(1),1-12.

BELYAVIN A.J., SPENCER M.B.. (2004). **Modelling Performance And Alertness: The QinetiQ Approach**. Aviat Space Environ Med 2004; 75(3, Suppl.):A93-103.

BRASIL. **DECRETO no 50.660**. 29 de Maio de 1961. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960->

1969/decreto-50660-29-maio-1961-390229-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acessado em 25/09/2014.

BRASIL. **Lei no 7183/84. 5 de abril de 1984**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7183.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7183.htm)>. Acessado em 25/09/2014.

CALDWELL J. A. CALDWELL, J. L. **Fatigue in aviation a guide to staying awake at the stick**. Farnham, UK: Ashgate, 2009.

CARMO, OSCAR FERREIRA **Fadiga e Pilotagem de Helicópteros de Segurança Pública e Defesa Civil**. Anais do 6º Simpósio de Segurança de Voo, 2013 p 894-1014.

FEDERAL AVIATION ASSOCIATION (FAA). **FAA Research 1989 – 2002 / Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection / Human Factors Guide for Aviation Maintenance**. Publicação do Human Factors on Aviation Maintenance and Inspection (HFAMI) web site. 2002. Disponível em <<http://hfskyway.faa.gov/HFAMI/lpext.dll/FAA%20Research%201989%20-%202002/Infobase/1a4?fn=main-j-hfami.htm&f=templates>> Acesso em: fevereiro de 2014.

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

GANDER, P. et al. **Fatigue Risk Management**. In: KRYGER, M. H. et al. (Orgs.). Principles and practice of sleep medicine. 5th Edition. Canada: Elsevier, 2011. p. 760-768.

GIUSTINA, A. D. D. e. a. **O Deslocamento Pré-voo e a Relevância Para a Fadiga na Aviação**. Trabalho de Conclusão de Curso em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada, São José dos Campos: [s.n.], 2013.

HELMREICH, R. **Error management as organizational strategy**. April 20-22 1998. p. 1-7, p.

IBAC. **IBAC Definitions of Business Aviation**. Disponível em <<http://www.ibac.org/about-ibac/ibac-definitions-of-business-aviation>> Acessado em 03/09/2014.

ICAO. **Annex 6 Operation of Aircraft, Part I International Commercial Air Transport Aeroplanes**. 2012a.

ICAO. **Doc 9966, Fatigue Risk Management Systems Manual for Regulators**. Montreal, Canada: [s.n.], 2012b.

ICAO. **Fatigue Risk Management Systems: Implementation Guide for Operators**. July, 2011. Disponível em <<http://www.iata.org/publications/Documents/FRMS%20Implementation%20Guide%20for%20Operators%201st%20Edition-%20English.pdf>> – Acessado em 20/07/2014.

MONTANDON, A. A. **Medicina de aviação: fisiologia de voo: fundamentos essenciais para quem voa**. 2007. p.127-140 p.

MOTA, D. D. C. F.; CRUZ, D. A. L. M.; PIMENTA, C. A. M. Fadiga: uma análise do conceito. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 298-293, set. 2005.

NASA/TM – 2000 – 209610. **Crew Factors in Flight Operations XIII: A Survey of Fatigue Factors in Corporate/Executive Aviation Operations**, 2000.

NESTHUS T.; AVERS, K. Fatigue research at the FAA Civil Aerospace Medical Institute. In: *AVIATION WEEK FATIGUE MANAGEMENT FORUM*, 2009, Miami. **Proceedings...** Washington, DC: FAA, 2009.

RAJARATNAM, S.M.W; ARENDT, J. **Health in a 24-h society**. *The Lancet*. Vol. 358. 2001. p. 999-1005.

SINDICATO NACIONAL DOS AERONAUTAS et al., **Projeto de Lei dos Aeronautas**. Disponível em: <[www.projetoleiaeronautas.com.br](http://www.projetoleiaeronautas.com.br)>. Acessado em 25/09/2014.

VELOSO, G. **O Gerenciamento da Fadiga de Voo no Âmbito da Força Aérea Brasileira: Uma Nova Abordagem**. 2011. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/viewFile/129/158>>.

WINNINGHAM ML. **Fatigue**. In: Groenwald SL, Frogge MH, Goodman M, Yarbrow CH. *Cancer symptom management*. Boston: Jones and Bartlett; 1996. p. 42-53.

**APÊNDICE - Questionário direcionado aos pilotos da aviação executiva**

Este apêndice apresenta o questionário intitulado "Questionário sobre o perfil de operação do piloto da aviação executiva em relação à fadiga" (Os autores) disponibilizado aos pilotos através da Internet <<https://pt.surveymonkey.com/s/questionariofadiga>>:

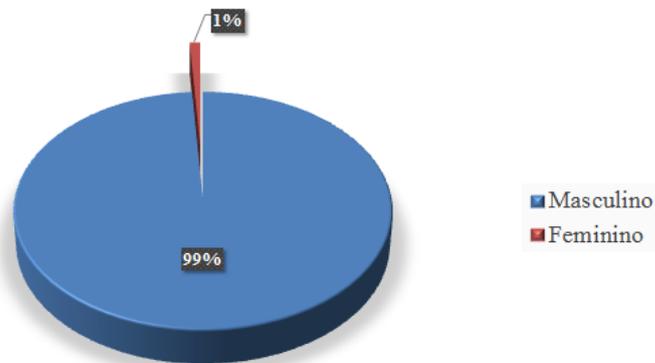


Figura 15 – Questão 2: Sexo - Fonte: (Os autores)

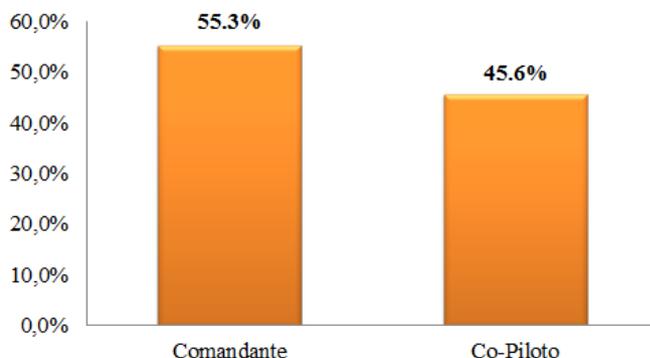


Figura 16 – Questão 3: Função - Fonte: (Os autores)

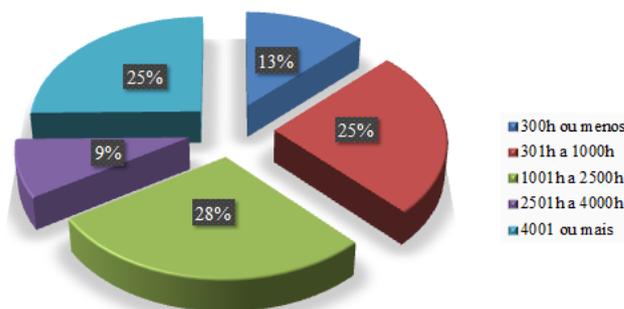


Figura 17 – Questão 4: Horas totais de voo - Fonte: (Os autores)

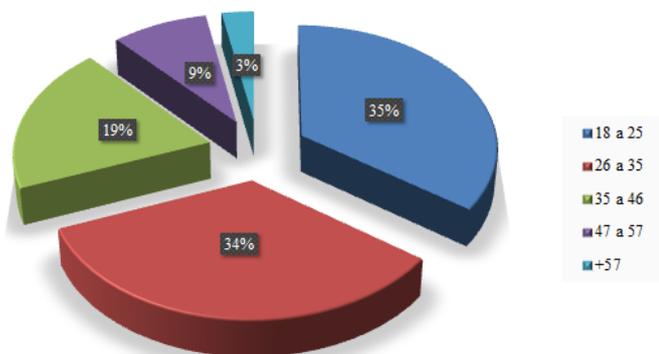


Figura 14 – Questão 1: Idade - Fonte: (Os autores)

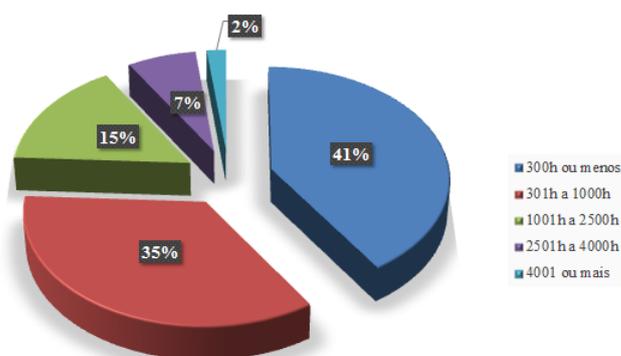
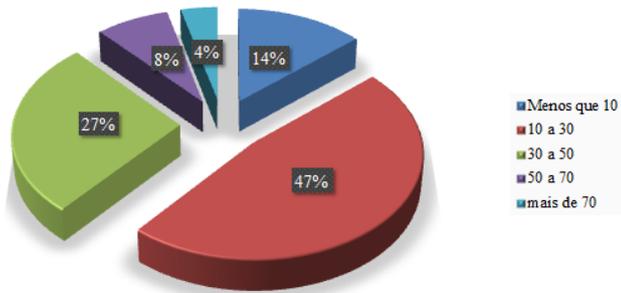
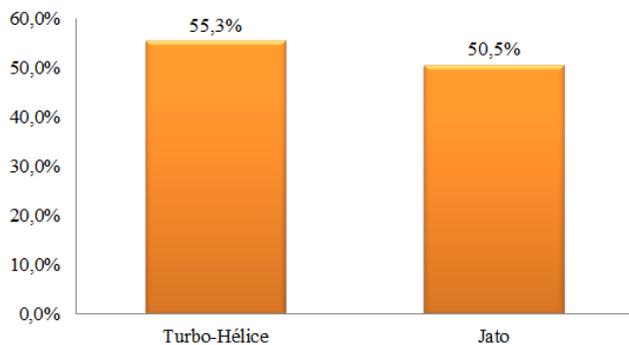


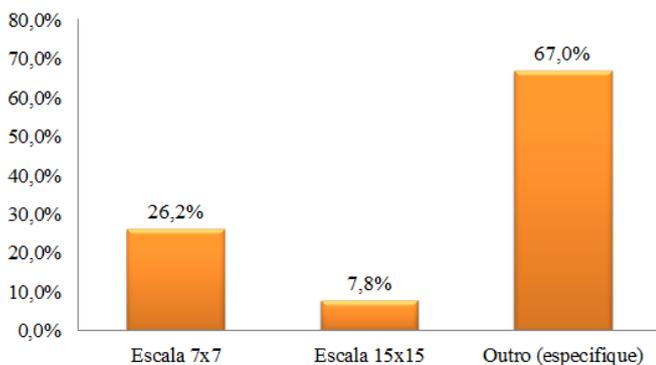
Figura 18 – Questão 5: Horas de voo no equipamento operado - Fonte: (Os autores)



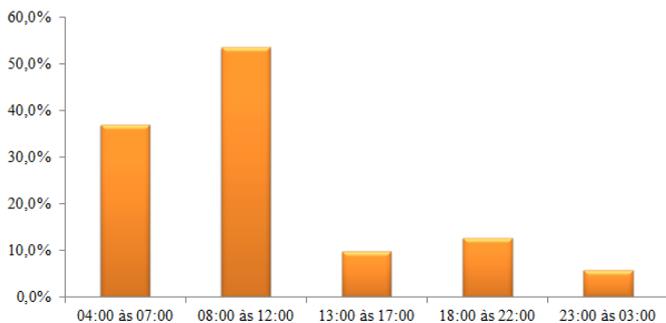
**Figura 19 – Questão 6: Horas voadas mensalmente em média - Fonte: (Os autores)**



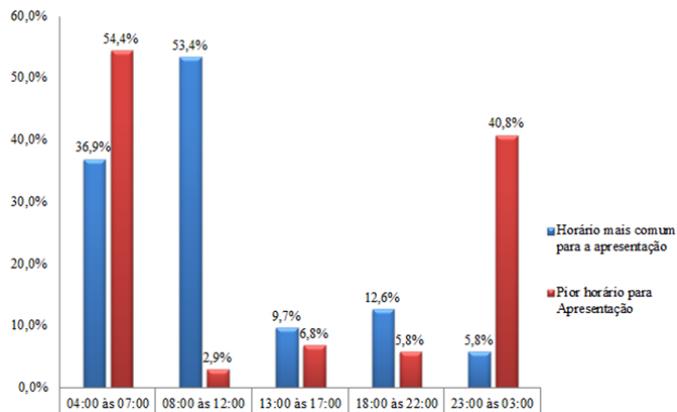
**Figura 20 – Questão 7: Equipamento operado - Fonte: (Os autores)**



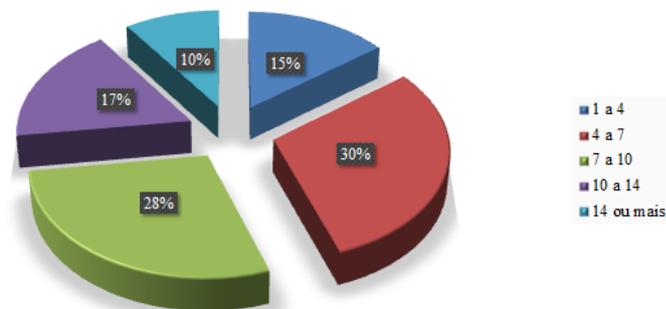
**Figura 21 – Questão 8: Regime de trabalho - Fonte: (Os autores)**



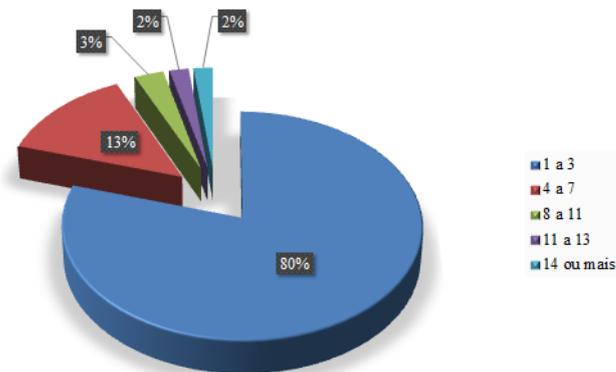
**Figura 22 – Questão 9: Qual é o horário mais comum para sua apresentação? Fonte: (Os autores)**



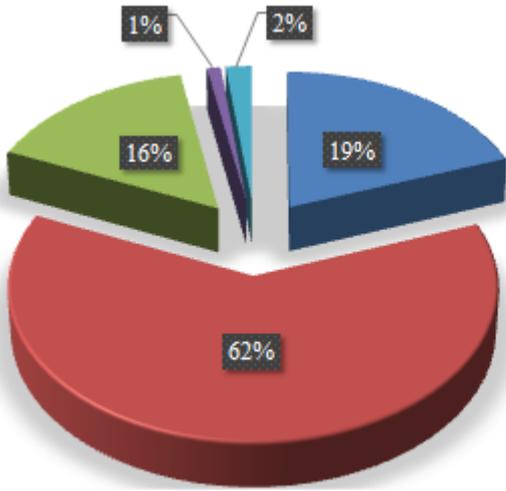
**Figura 23 – Questão 10: Qual o horário você considera o pior para se apresentar para um voo? Fonte: (Os autores)**



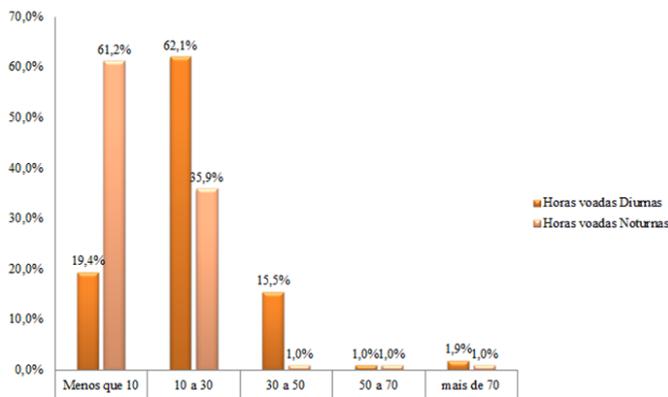
**Figura 24 – Questão 11: Quantidade de horas na jornada em média? Assuma jornada o horário que sai do local de descanso até a chegada no local de descanso. Fonte: (Os autores)**



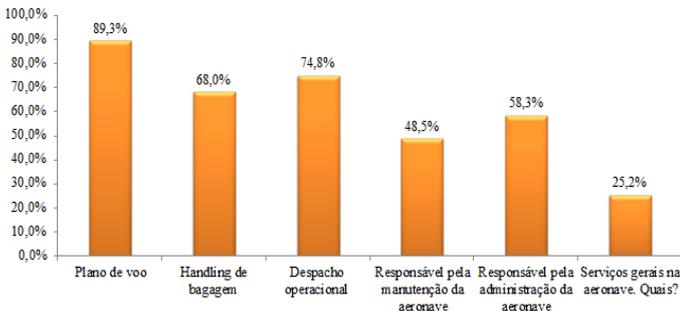
**Figura 25 – Questão 12: Quantidade de “pernas voadas” por jornada em média? Fonte: (Os autores)**



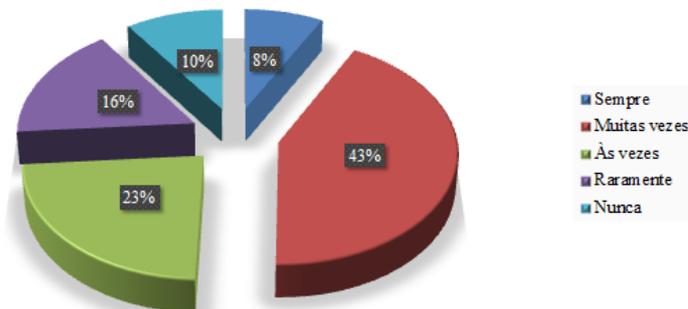
**Figura 26 – Questão 13: Quantidade de horas voadas diurnas mensalmente em média? Fonte: (Os autores)**



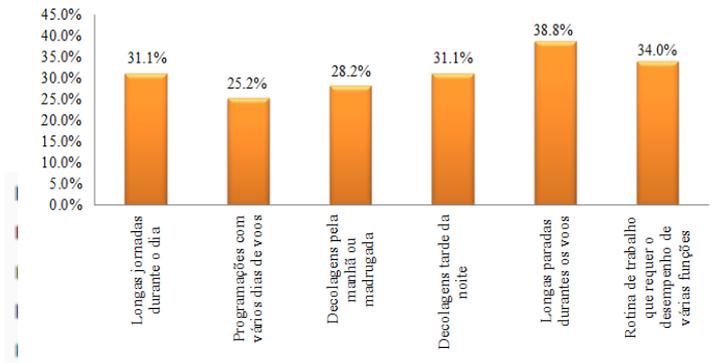
**Figura 27 – Questão 14: Quantidade de horas voadas noturnas mensalmente em média? Fonte: (Os autores)**



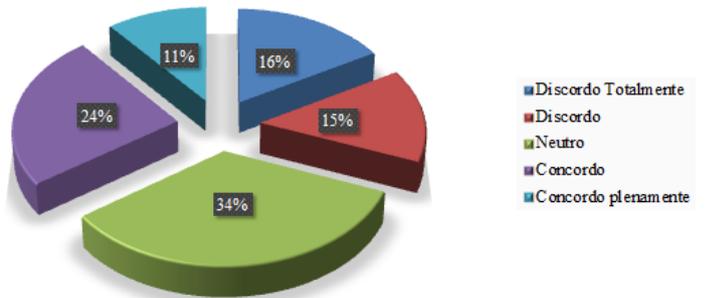
**Figura 28 – Questão 15: A rotina de trabalho envolve quais responsabilidades? (Marque todas as aplicáveis) Fonte: (Os autores)**



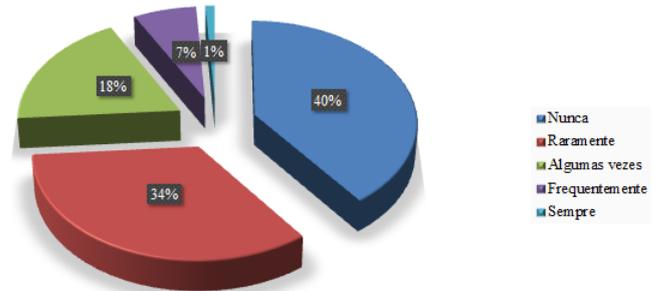
**Figura 29 – Questão 16: Já utilizou a aeronave ou o aeroporto como local de descanso por mais de 4 horas? Fonte: (Os autores)**



**Figura 30 – Questão 17: Sobre fadiga, assinale qual fator que mais influência na sua ocorrência - Fonte: (Os autores)**



**Figura 31 – Questão 18: Analise a afirmação: “O seu operador se preocupa com a fadiga da tripulação” Fonte: (Os autores)**



**Figura 32 – Questão 19: Já cochilou involuntariamente durante o voo? Fonte: (Os autores)**

**Tabela 3 – Questão 20: Por favor, adicione comentários que você ache relevantes para este questionário. Fonte: (Os autores)**

01	A fiscalização da Agencia reguladora nao é efetiva para os operadores RBAC91 onde o indice de extrapolação dos limites de jornada previstos na legislação sao mais frequentes. Por outro lado para os operados 121 e 135 onde a fiscalização é mais efetiva não existe nenhuma previsão no regulamento que tenha como intuito implantar algum programa de gerenciamento da fadiga.
02	Longas jornadas de trabalho, acumulo de tarefas, locais inadequados para descanso. São as principais causas relacionadas à fadiga e consequentemente, relacionadas à segurança de voo.
03	Excelente questionário. Espero que seja base para

	um possível estudo ou até mesmo uma futura lei onde a aviação que opere sob as regras dos RBACs 91 e 135 tenham uma regulamentação própria, que não só seja mais efetiva para os tripulantes mas também para os proprietários de aeronaves e claro e antes de qualquer outro ponto atenda aos padrões de segurança de voo especialmente no quesito fadiga dos tripulantes.
04	Alimentação fora de horário também é um fator que gera desgaste.
05	Adotamos a técnica de "NASA nap"; ou seja, durante voos muito longos com somente dois pilotos um descansa por alguns minutos enquanto o outro permanece com as funções de pilotagem, navegação e comunicação.
06	A falta de controle efetivo, fiscalização e punição são com certeza a principal causa do não cumprimento da regulamentação em relação as jornadas na 91 e 135, diferentemente do que acontece na 121 onde a jornada e gerenciamento da fadiga é levada a sério apesar de não ser mais tão eficiente.
07	comunicação precária com autoritarismo dos controladores contribuem para elevação do stress, contribuindo para fadiga
08	O fato de a aviação executiva viver sem rotina é o principal fator de fadiga mental
09	A dinâmica de trabalho na executiva muitas vezes gera fadiga pelo fato de neste setor sermos verdadeiros "faz tudo". A gestão da aeronave, a preparação e o pós voo muitas vezes fadigam mais que a operação da aeronave em si. Infelizmente existe um mar de variáveis e normalmente 2 tripulantes para equaciona-las.
10	Sou PLA com larga experiencia em MULT e jato e tenho 2 patrões mas eles não voam muito mas pagam certinho o salarios. Eu voo qualquer hora sem frescura na pergunta 10 nao queria marcar nada mas esse sistema obrigou eu a marcar alguma coisa botei meiodia. questao 17 tb me obriga a botar qualquer coisa mas nao é verdade comigo nao tem essa mas tive q marcar botei longa jornada mas nao tenho nao
11	Observar o tempo de disponibilidade do aviador mesmo que em casa, se ele tiver que ficar a disposição 24 horas no telefone mesmo que voando poucas vezes ao mês, acredito que isso pode afetar o lado familiar (compromissos sociais que são de muita importância na vida de qualquer pessoa)
12	Incluir no tipo de equipamento voado, monomotor, bimotor, etc.
13	Nível de stress elevado com o atual desempenho e exigências da ANAC
14	Se alguém se propoe a ser piloto, nao tem essa de fadiga. Quando tiver que executar seu trabalho, o mesmo sempre tem que fazer com amor !
15	Acredito que uma regulamentação sobre fadiga, com uma forma de controle pelas autoridades é essencial para a segurança da aviação, não raras vezes passamos das 16 horas de jornada com muito tempo ocioso em aeroportos sem nenhuma infraestrutura
16	A aviação executiva só terá segurança adequada quando seguir as regras da aviação comercial e sem pressões do operador

17	Pontos bem abordados, nada a considerar!
18	O regime de trabalho na executiva por mais que voe menos que a comercial, sempre vai ser pesado pois você não tem folga nem escala e ainda tem que cuidar da administração do voo e do avião
19	Me preocupa hoje em dia o fator "super piloto" devido as facilidades e recursos de informação e tecnológicos que dispomos, fazendo parecer que só o conhecimento virtual já é suficiente para efetuarmos quaisquer voos a que nos propusermos deixando de lado a prática e a experiência realmente de se conhecer os lugares. Decisões mal administradas e mal avaliação de condições no geral que possam trazer situações de onde não possamos sair.