

FERRAMENTA DE APOIO AO GERENCIAMENTO DE RISCO DA FADIGA PARA PILOTOS DA AVIAÇÃO COMERCIAL BRASILEIRA

Paulo Rogerio Licati¹
Luiz Marcelo T. de Brito²
Fábio Leite Costa³
Eduardo do Amaral Silva⁴
Marx Ferreira de Araújo⁵

Artigo submetido em 19/01/2010.

Aceito para publicação em 15/03/2010.

RESUMO: O transporte aéreo é uma atividade que ocorre nas vinte quatro horas do dia, todos os dias do ano, e cresce junto com a demanda global, atendendo às necessidades de transporte de pessoas e cargas. Estimativas de porcentagens de acidentes que envolveram o erro humano estão entre 70% a 80% dos eventos e a fadiga dos pilotos de aeronaves é responsável por aproximadamente 20% desse total. A fadiga não é um fenômeno unidimensional, mas é o produto de vários fatores que estão relacionados ao ciclo circadiano, tempo acordado, débito de sono, entre outros. Assim surge a necessidade de uma nova visão no gerenciamento de risco da fadiga humana nas operações aéreas, procurando manter o equilíbrio entre

¹ Piloto de Linha Aérea - Comandante/Instrutor de Boeing 737/NG - Graduado em Gestão de Empresa Aérea - Bacharel em Aviação Civil - Especialista em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). paulolicati@gmail.com

² Capitão Aviador da ativa da FAB; Engenheiro Aeronáutico; Especialista em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). É colaborador da Associação Brasileira de Ultraleves (ABUL) na região de São José dos Campos. Foi instrutor de voo da Academia da Força Aérea (AFA) e oficial do Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAer) nos anos de 2003 e 2004. Atualmente trabalha na Divisão de Certificação de Produtos Aeroespaciais do Instituto de Coordenação e Fomento Industrial (IFI) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). marcelodbr@gmail.com .

³ Major da ativa do Exército Brasileiro. Formado em Administração de Empresas. Desempenhou as funções de Oficial de Operações, Oficial de Inteligência e, atualmente, é o Oficial de Logística e Oficial de Excelência Gerencial do 3º Batalhão de Aviação do Exército. Piloto de helicópteros desde 1996. Instrutor dos modelos AS 350 e AS 365. fabioleite@hotmail.com .

⁴ Capitão do Exército Brasileiro; Facilitador em CRM pela ANAC; Piloto de aeronaves da Aviação do Exército; Instrutor de voo; Especialista em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). eduprec348@hotmail.com

⁵ Piloto Graduado em Aviação Civil, Especialista em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) Despachante Operacional de Voo na empresa LAN Chile; Elemento Credenciado em Prevenção de Acidentes Aeronáuticos pelo CENIPA. marxpiros@hotmail.com .

a lucratividade das empresas aéreas e a segurança dos vôos. O objetivo desse artigo é mostrar, por meio de uma revisão literária e de um estudo de caso com o uso da ferramenta FAST™ (Fatigue Avoidance Scheduling Tool), que é possível mitigar o risco da fadiga dos pilotos da aviação comercial brasileira por meio de uma ferramenta prática e com embasamento científico.

PALAVRAS-CHAVE: Pilotos de aeronaves. Fadiga. FAST™.

1 INTRODUÇÃO

O fortalecimento do neoliberalismo no mundo, através da mundialização do capital após a queda dos sistemas socialistas, exigiu grande esforço para aproveitar áreas e serviços ainda não explorados, por meio de “políticas de desregulamentação, de privatização e de liberalização do comércio” (CHESNAIS, 1996). A transformação no mundo do trabalho é “um método de racionalização da produção – técnica social de controle que é aplicada na matéria viva, ou seja, no ser humano em si mesmo” e, esta racionalização, exige “uma nova forma de adaptação psicofísica dos operários” (SILVA, 2004).

Nesse contexto, o meio aéreo também é afetado, o que exige uma constante e maciça necessidade de reorganizar o trabalho e, em particular, o trabalho dos pilotos, que faz com que se manifestem novas dificuldades a serem superadas.

Apesar de todos os investimentos buscando elevar os índices de segurança, os acidentes e incidentes aeronáuticos continuam acontecendo. O Fator Humano ainda representa uma grande parcela das causas destas ocorrências. Estimativas de porcentagens dos acidentes que envolvem o erro humano estão entre 70% e 80% dos eventos (Wiegmann; Shappell, 2003). Por Fator Humano, compreende-se a “área de abordagem da Segurança de Vôo que se refere ao complexo biológico do ser humano, nos seus aspectos fisiológico, psicológico e operacional”, de acordo com a Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (BRASIL, 2008).

Embora muitas medidas sejam necessárias para o gerenciamento de risco da fadiga humana nas operações aéreas, o objetivo desse trabalho é apresentar

uma ferramenta com base científica para planejar as escalas dos tripulantes e que também sirva para investigar erros, incidentes e acidentes aéreos.

2 DESAFIO MODERNO PARA A SEGURANÇA DE VÔO

O transporte aéreo é uma atividade que ocorre nas vinte e quatro horas do dia, todos os dias do ano, e cresce junto com a demanda global atendendo às necessidades de transporte de pessoas e cargas. Tripulações de vôo devem ser disponibilizadas na mesma proporção para atender a demanda das operações. Entretanto, esses profissionais estão submetidos a jornadas de trabalhos irregulares e sem qualquer critério científico, o que muitas vezes contraria o relógio biológico e pode representar risco para segurança de vôo.

Os seres humanos possuem hábitos essencialmente diurnos, as atividades de vigília estão concentradas durante o dia e o repouso à noite (MELLO, 2008). O risco do trabalhador se envolver em acidentes aumenta em função do tempo de trabalho contínuo desempenhando a mesma função sem intervalos (Folkard; Lombardi, 2004). A fadiga dos pilotos é um problema significativo nas operações da aviação moderna devido à imprevisibilidade das horas de trabalho, longas jornadas e a interrupção do ciclo circadiano (Cadwell et al., 2009). Os impactos da fadiga em nossa habilidade para trabalhar de maneira segura prejudicam uma gama de habilidades cognitivas, incluindo tempo de reação, memória, tomada de decisão e comunicação (DURMER; DINGES, 2005). Dentro desse contexto, surge uma nova necessidade no gerenciamento de riscos voltado à fadiga humana no ambiente da aviação.

3 A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DO RISCO DA FADIGA

O gerenciamento de riscos é a maneira como pessoas ou organizações monitoram e controlam riscos. O risco significa incerteza sobre ocorrência ou não de uma perda ou prejuízo (Hope, 2002). Sua importância é verificada pela efetividade

nos serviços prestados e o monitoramento da segurança depende dele. Embora tendências de redução de incidentes e acidentes aeronáuticos tenham sido verificadas em alguns anos, em outros houve um aumento dramático dos acidentes envolvendo feridos ou mortos. A taxa de acidentes mundial não tem apresentado queda nos últimos anos e isso tem levado a um interesse crescente sobre o assunto devido ao aumento no número total de vôos projetado para os próximos anos. Estima-se que a fadiga contribui com algo entre 15 e 20% nos acidente aéreos (Akersdet et al, 2003) e, até os dias de hoje, muito pouco foi feito para mitigar esses riscos no cenário da aviação comercial. A fadiga não é um fenômeno unidimensional, mas é o produto de vários fatores e que está relacionado às necessidades fisiológicas, de sono e ritmos biológicos internos (Caldwell, 2009).

4 O CICLO CIRCADIANO E SUAS VARIAÇÕES

Os ciclos diários são conhecidos como ritmos circadianos, termo que tem origem na combinação das palavras latinas *circa*, aproximadamente, e *diem*, dia, ou seja, são ritmos que tem duração de um dia. 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 em condições desprovidas de dicas a respeito das mudanças cíclicas do ambiente externo, como, por exemplo, sob a luz ou sob o escuro constante. Na ocasião 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).

A luz é considerada o principal *zeitgeber* (doador de tempo, em alemão) – estímulo temporal capaz de sincronizar ritmos circadianos – aparte das interações sociais, dos horários escolares e do trabalho, da atividade física e do exercício (Mistlberger, Skene, 2004). Dois processos primários interagem e regulam o momento do sono, o homeostático e o circadiano (Dijk, Czeisler, 1995). A regulação do sono pelo mecanismo homeostático é determinada pela quantidade de tempo

acordado, enquanto o circadiano varia com a hora do dia.

Os ritmos circadianos ocorrem numa variedade de medidas fisiológicas e psicológicas, que incluem o sono, a secreção hormonal, a temperatura corporal, a excreção urinária, o alerta subjetivo, o humor e o desempenho, exibindo valores máximos e mínimos aproximadamente no mesmo horário ao longo do dia de vinte e quatro horas (Mello, 2008).

Nos indivíduos sincronizados, a secreção diária da melatonina (neuro-hormônio produzido pela glândula pineal) é produzida e confinada à fase escura do ciclo claro-escuro e pode ser suprimida por uma luz intensa. Normalmente, os níveis de melatonina começam a se elevar por cerca das 21h, atingem o pico horas depois e retornam a nível baixo por volta das 9h da manhã, ocasionando variação da temperatura corporal, conforme apresentado na (Figura 1).

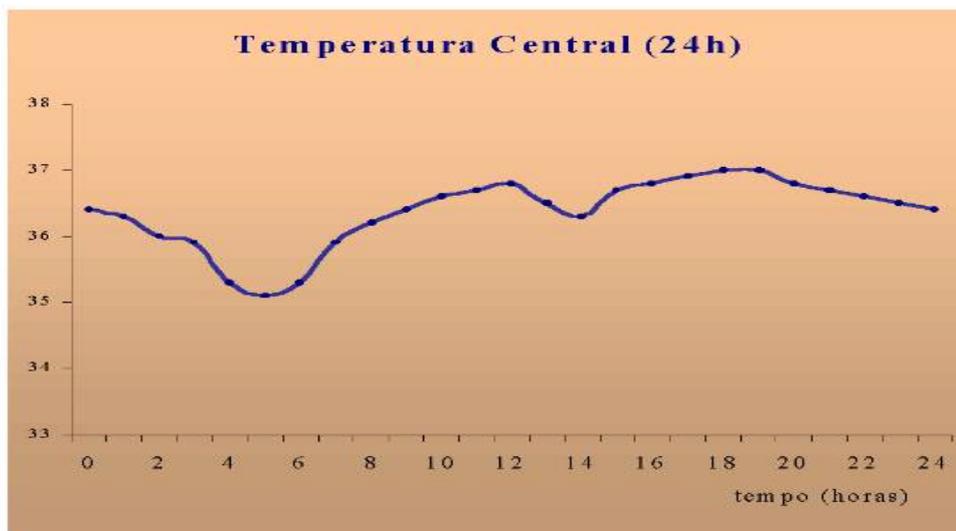


FIGURA 1 – Curva da temperatura do corpo humano nas 24 horas do dia. (MENNA-BARRETO, 1997).

Quando a produção da melatonina é iniciada, a temperatura corporal apresenta declínio proporcional, que por sua vez traz limitações ao ser humano, quando o alerta subjetivo é diminuído e o tempo a reação tem aumento significativo, tornando o indivíduo mais lento nas tomadas de decisões e mais suscetível ao erro (Figura 2).

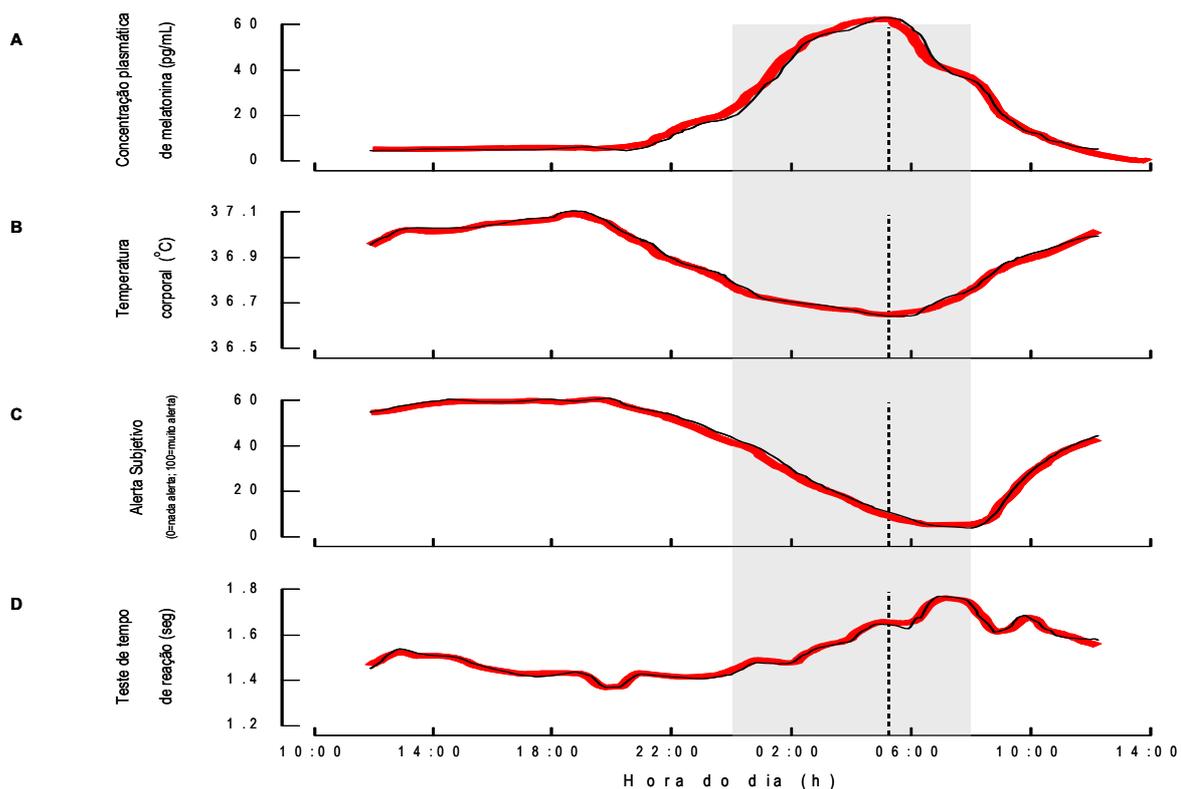


FIGURA 2 – Relação entre os ritmos circadianos da melatonina plasmática (A), da temperatura corporal (B), do alerta subjetivo (C) e do tempo a reação (D) (adaptado de RAJARATNAM; ARENDT, 2001)

5 O TRABALHO EM TURNOS E SUA RELAÇÃO COM A SONOLÊNCIA

Os efeitos adversos do trabalhador em turnos podem variar individualmente entre as pessoas. As maiores conseqüências da sonolência para os trabalhadores em turnos são em relação à qualidade de vida, à redução da produção e ao aumento potencial do risco de acidentes e lesões durante o horário de trabalho (Dinges, 1995).

Pesquisas observaram uma redução no tempo total do sono após um turno de trabalho noturno, sendo relatada ainda uma menor eficiência do sono (Fischer et al, 2000). 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.

O risco relativo de acidentes e incidentes também é uma variável diretamente afetada pelo turno de trabalho, podendo aumentar conforme o período

do dia em aproximadamente 18% à tarde e 30% à noite, quando comparado com o período da manhã (Figura 3).

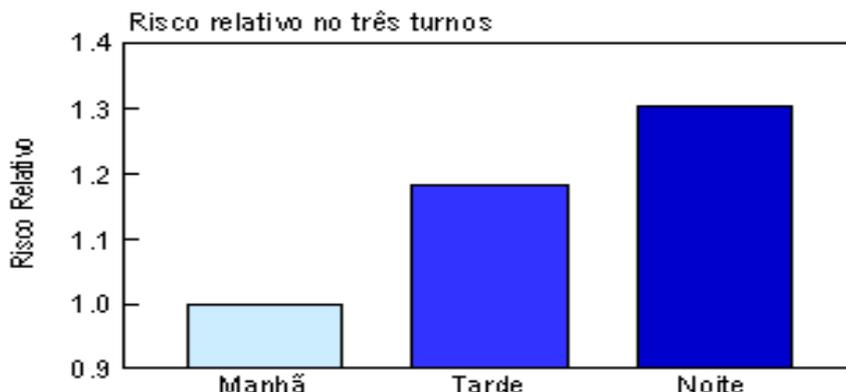


FIGURA - 3 Risco relativo nos três turnos de trabalho (adaptado de FOLKARD; TUCKER, 2003)

Ao longo de turnos sucessivos, o risco de acidentes tende a aumentar cerca de 6% na segunda noite, 17% na terceira noite e 36% na quarta, quando comparada com a primeira noite de trabalho (Figura 4).

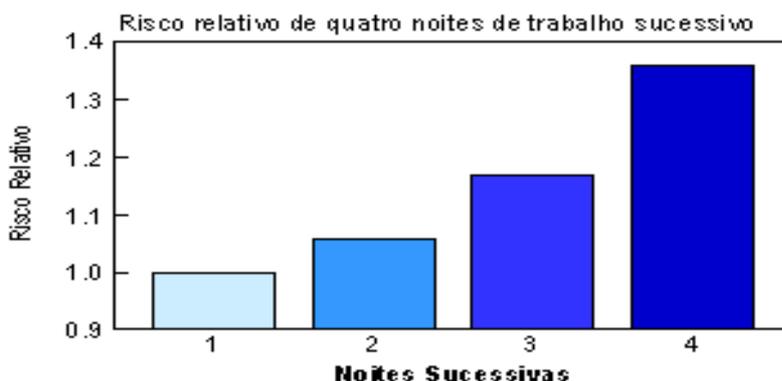


Figura 4 - Risco relativo de quatro noites de trabalho sucessivo (adaptado de FOLKARD; TUCKER, 2003)

Essa tendência, apesar de ser em menor escala (2%, 7% e 17%, respectivamente), tende a se repetir no turno da manhã (Figura 5).

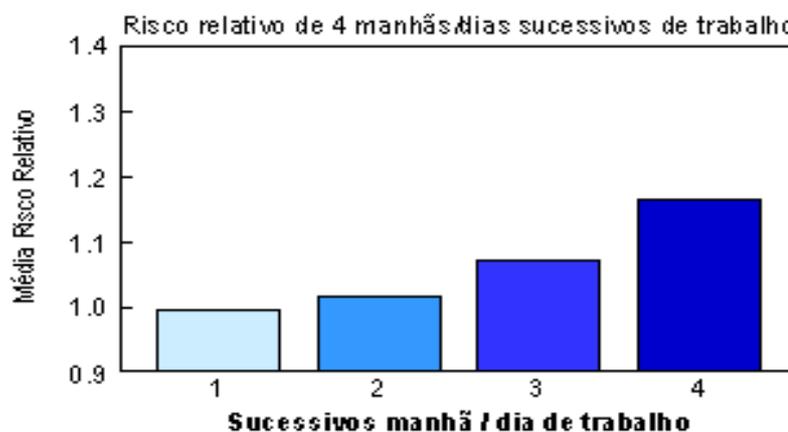


Figura - 5 Risco relativo de 4 manhãs/dias sucessivos de trabalho(adaptado de FOLKARD; TUCKER, 2003)

Ao longo das horas sucessivas de trabalho, quando comparado com a primeira hora de trabalho, o risco aumenta entre a 2ª e a 5ª hora de trabalho consecutiva. Em contrapartida, aumenta exponencialmente a partir de 8 horas consecutivas de trabalho, chegando a dobrar na 12ª hora (Figura 6).



Figura 6 - Média do risco relativo de horas de serviço (adaptado de FOLKARD; TUCKER, 2003)

6 O USO DA FERRAMENTA FAST NO GERENCIAMENTO DA FADIGA

A ferramenta FAST (Fatigue Avoidance Scheduling Tool), Ferramenta de Prevenção de Fadiga, é um software projetado para avaliar e prever mudanças de desempenho induzidas por restrições de sono e de acordo com a hora do dia. O desenvolvimento dessa ferramenta contou com investimentos da United States Air

Force (USAF) e foi baseada em cálculos do modelo Sleep, Activity, Fatigue and Task Effectiveness (SAFTE), ou seja, Sono, Atividade, Fadiga e Efetividade em Tarefa (Hursh et al., 2004). A previsão básica do modelo é a efetividade de desempenho, que é uma medida de velocidade cognitiva (Figura 7).

**DIAGRAMA (SAFTE)
Sono, Atividade, Fadiga e Efetividade em Tarefa**

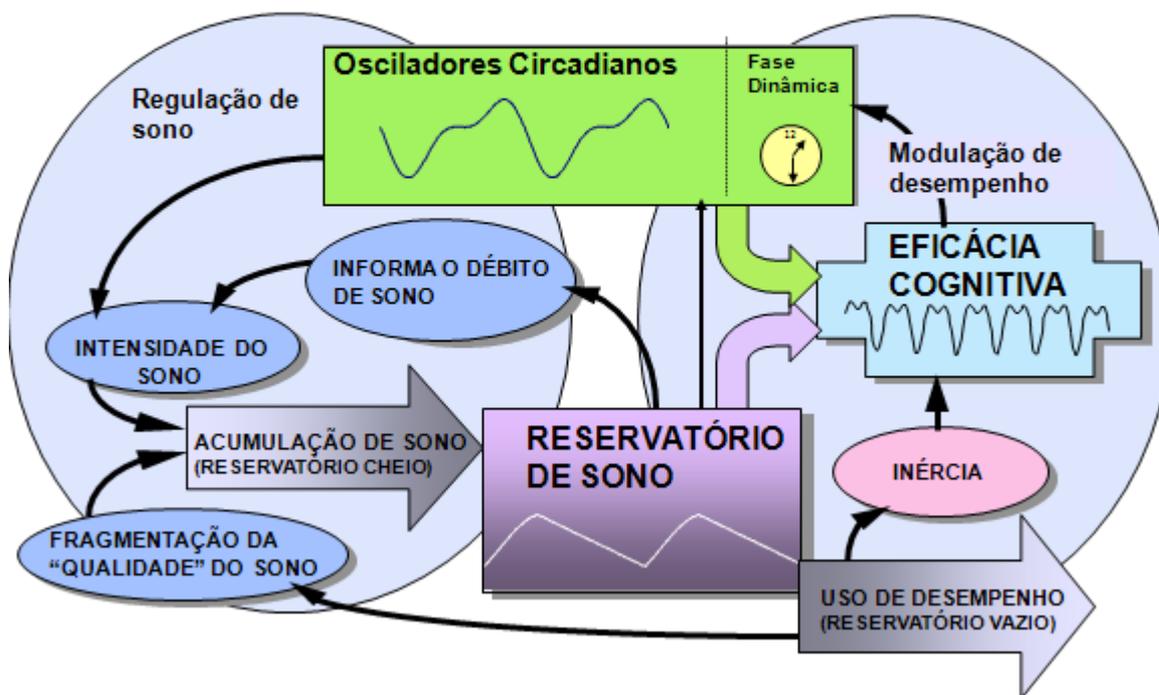


FIGURA 7 – Diagrama (SAFTE) Sono, Atividade, Fadiga e Efetividade em Tarefa (adaptado de HURSH et al., 2004)

Segundo Hursh et al. (2004), o processo circadiano influencia o desempenho e a regulação do sono. O modelo SAFTE relaciona a regulação do sono, que depende das horas de sono, das horas de vigília, do débito atual de sono, do processo circadiano e da fragmentação do sono, definidas pelo momento em que o indivíduo desperta do período de sono.

A versão inicial do FAST foi usada pra validar de maneira fácil a efetividade em voo de pequenos períodos de sono (as conhecidas sonecas), com objetivo de manter o desempenho das tripulações dos bombardeiros da USAF que tinham

missões que envolviam a tripulação em jornadas de trabalho de 30 a 45 horas consecutivas (HURSH et al.,2004). O uso da ferramenta FAST deixou de ser de uso exclusivo da USAF e atualmente é usado pela Federal Aviation Administration (FAA), National Transportation Safety Board (NTSB) e algumas empresas aéreas que atuam em todo o mundo. Devido à simplicidade de uso da ferramenta FAST e sua eficácia, ela pode ser facilmente usada para o planejamento adequado das escalas dos tripulantes e a investigação de erros, incidentes e acidentes, conforme exemplos que se seguem.

Um gráfico da efetividade de uma pessoa que dorme 8h por noite e trabalha 9h por dia é mostrado na Figura 8. Nela, o desempenho no trabalho é assinalado em preto. O nível geral de desempenho aumenta ou diminui de acordo com o nível do “reservatório” de sono. Ele se esgota durante a vigília e é restaurado pelo sono. O ritmo circadiano de desempenho de 24h provoca uma forte queda no desempenho durante a madrugada, e uma desaceleração no desempenho no meio da tarde.

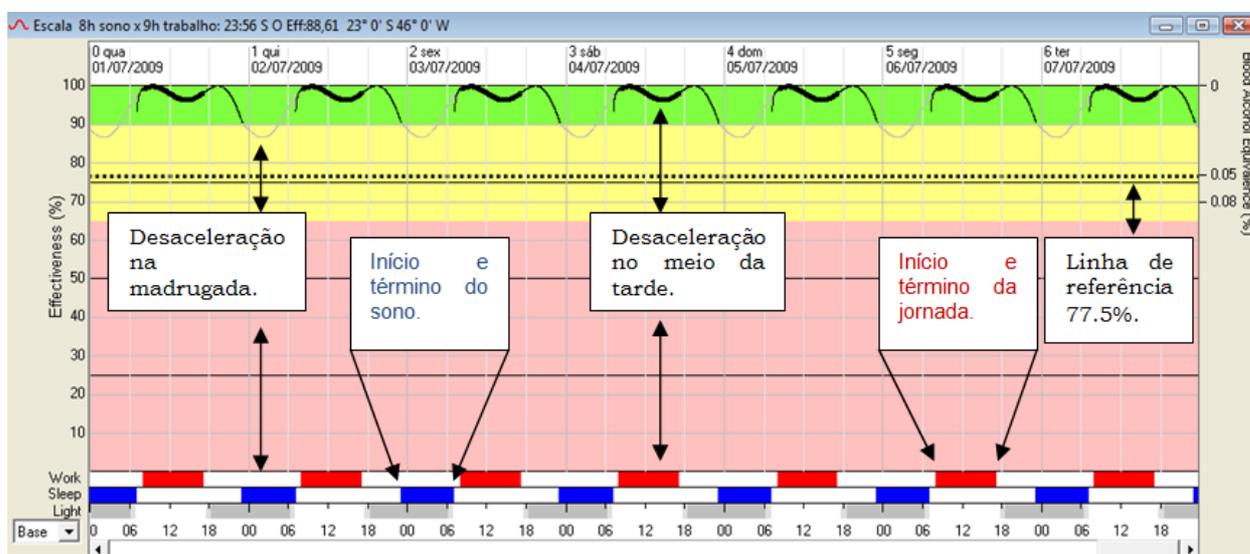


FIGURA 8- Efetividade de uma pessoa que dorme 8h por noite e trabalha 9h por dia

Por outro lado, se a pessoa que está bem descansada perde duas noites de sono, apresentará um declínio acentuado no desempenho, abaixo de 77,5%, o que requer contramedidas para o gerenciamento de risco e, em seguida, abaixo de 65%,

o que representa alto risco. Já uma escala de trabalho durante duas madrugadas seguidas, além de representar alto risco para as operações aéreas, requer que o tripulante leve até quatro dias para a total recuperação, considerando-se as 8h regulares de sono por noite (Figura 9).

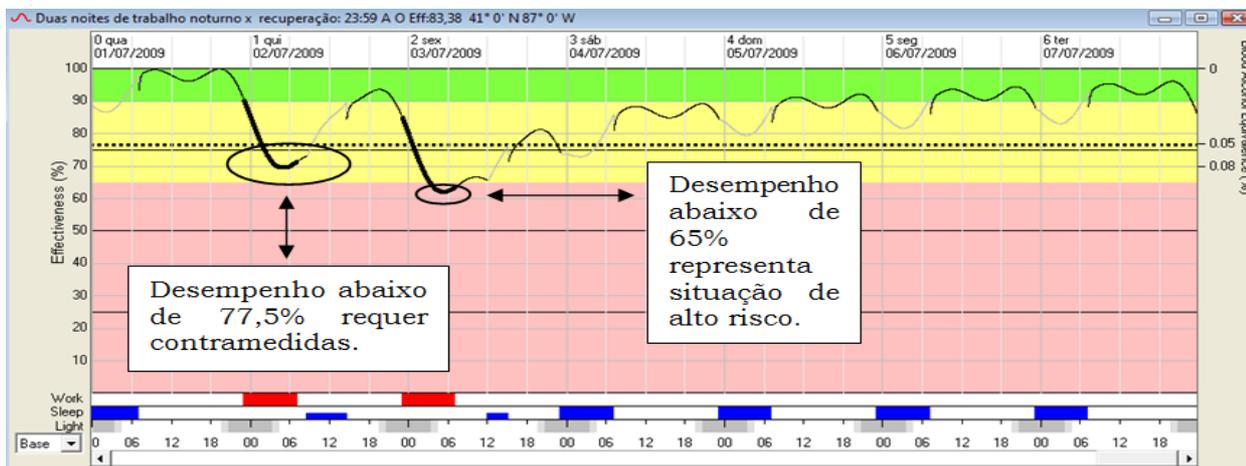


FIGURA 9 - Duas noites de Trabalho x Recuperação

A maioria dos ambientes de trabalho oferece proteção contra certo grau de falha humana e desatenção. Por outro lado, tolerância ao erro é muito específica de determinadas tarefas, como no ambiente das operações aéreas.

O exemplo a seguir ilustra como todos os principais fatores de fadiga – déficit recente de sono, débito crônico de sono e fatores circadianos – podem se combinar para tornar um indivíduo vulnerável à fadiga durante o expediente. O gráfico mostra uma programação de trabalho real de um piloto de aeronaves que se acidentou em Guantánamo Bay (Cuba) no dia 18 de agosto de 1993, durante aproximação para pouso. A análise do gráfico gerado pela ferramenta FAST™ mostra que o desempenho do piloto variou praticamente em toda jornada de trabalho entre momentos críticos e de baixo desempenho até o momento do acidente. Segundo a revisão da (1994), foi determinado que as causas prováveis se deram devido à deficiência de julgamento e tomada de decisão inadequada, que ocorreram devido aos efeitos da fadiga da tripulação, entre outros fatores contribuintes.

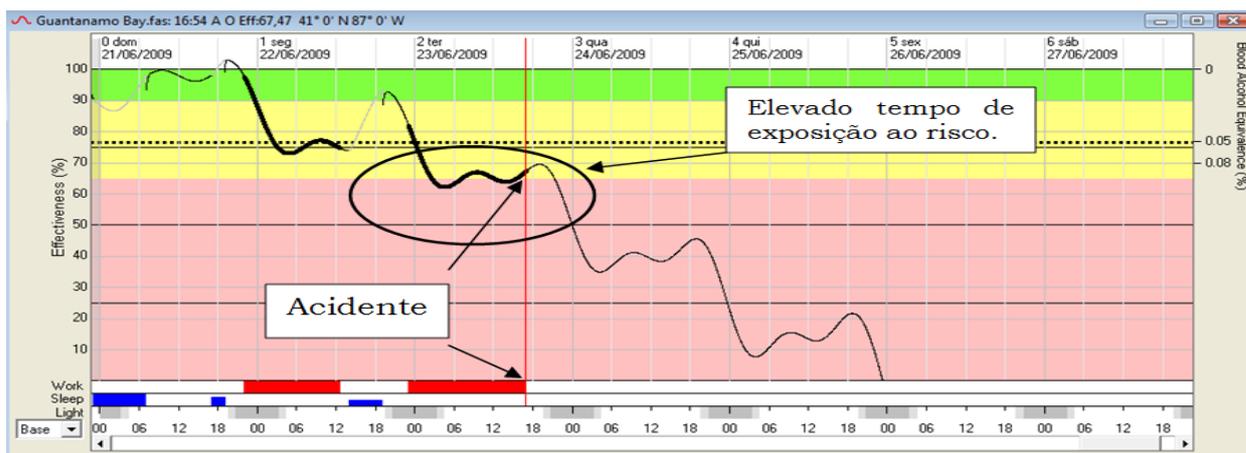


FIGURA 10 - Análise do acidente de Guantánamo Bay ocorrido em 18/08/1993

7 REDUÇÃO DE CUSTOS

As companhias de seguro estão buscando a aplicação proativa para estratégias do gerenciamento de risco que demonstrem consciência e capacidade através da prevenção para mitigar os riscos de acidentes e incidentes (ROSENKRANS, 2007). Embora os índices de acidentes terem diminuído e permanecerem dentro de uma certa estabilidade, a severidade da perda aumenta e isso faz com que a avaliação dos underwriters para a precificação das apólices fique mais criteriosa. Alguns países como o Canadá e Austrália contam com legislações específicas para gerenciamento da fadiga onde existam trabalhos em turnos, o que traz benefícios e vantagens financeiras para as empresas desses países. Na Inglaterra, a empresa EasyJet aplica de maneira voluntária um modelo de gerenciamento da fadiga, obtendo vantagens financeiras por esse motivo, uma vez que o contrato de seguro representa uma parcela considerável no custo direto operacional das aeronaves. Portanto, existe a necessidade do desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de risco da fadiga humana que corresponda a realidade do nosso país, das nossas organizações e de nosso sistema operacional da segurança de voo, pois além da valorização do capital humano, pode melhorar a qualidade das operações, aliados a benefícios financeiros para as empresas aéreas.

8 CONCLUSÕES

Levando-se em consideração os aspectos da limitação humana, em que os trabalhadores em turnos estão envolvidos, em especial os pilotos de aeronaves, é imprescindível que os órgãos reguladores e empresas aéreas iniciem o desenvolvimeto da gestão de risco da fadiga dos trabalhadores.

Assim, sugere-se que o planejamento das escalas de vôo deva ser feito por pessoas que tenham os conhecimentos que foram apresentados nesse artigo, sendo o conhecimento da homeostáse e o ciclo circadiano primordial para esse entendimento.

Educação, políticas operacionais e a quebra de paradigmas das culturas organizacionais são primordiais para a conscientização de todos os envolvidos nas operações aéreas no que se refere aos benefícios da ferramenta apresentada e de suma importância para que os erros, incidentes e acidentes sejam diminuídos.

A inovação da aplicação da ferramenta FAST, em uso comercial, se devidamente utilizada, pode melhorar a qualidade da Segurança de Vôo em nosso país, dando início a um sistema de gerenciamento de risco da fadiga humana nas operações aéreas.

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>. Acesso em: 30 nov. 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSMA 3-1: investigação e prevenção de acidentes**

aeronáuticos: conceituação de vocábulos, expressões e siglas usadas no SIPAER. Brasília, DF, 2008.

CALDWELL, J. A. et. al. Fatigue Countermeasures in Aviation. **Aviat Space Environ Med.**, v.80, n.1, p. 29-59, 2009.

CHESNAIS, F. **A Mundialização do Capital**. São Paulo: Xamã, 1996.

DIJK D.J.; CZEISLER, C. A. Contribution of circadian pacemaker and the sleep homeostat to sleep propensity, sleep structure, electroencephalographic slow waves, and sleep spindle activity in humans. **The Journal of Neuroscience**, 1995. Disponível em: <<http://www.jneurosci.org/cgi/reprint/15/5/3526.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2009.

DINGES, D. F. An overview of sleepiness and accidents. **J Sleep Res**, v.4, n.2, p. 4-14, 1995.

DURMER, J. S.; DINGES, D. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. **Semin Neurol**, v. 25, n.1, p.117-129, 2005.

FISHER et. al. Implementation of 12 hour shifts in a Brazilian petrochemical plant: impact on sleep and alertness. **Cronobiol Int**, v.17, p. 521-537, 2000.

FOLKARD, S.; LOMBARDI, D. Towards a "risk index" to assess the risk of human error on work schedules. **Chronobiol Int**, v.21, p.1063-1072, 2004.

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

HOPE, W. T. **Introdução ao gerenciamento de risco**. Trad. Gustavo Adolfo Araújo Caldas. Rio de Janeiro: Funenseg, 2002.

HURSH S. R. et. al. The fatigue avoidance scheduling tool: modeling to minimize the effects of fatigue on cognitive performance. **SAE technical paper series**, 2004.

MELLO, M. T. et al. **Sono: aspectos profissionais e suas interfaces na saúde**. São Paulo: Atheneu, 2008.

MENNA-BARRETO, L. Relógios e Ritmos. **Revista Cérebro e Mente**, n.4, 1997. Disponível em: <<http://www.cerebromente.org.br/n04/mente/cloks.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2010

MISTLBERGER, R. E; SKENE, D. J. Social influences on mammalian circadian rhythms: animal and human studies. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 79, p.533-56, 2004.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (Estados Unidos). **NTSB/AAR-94/04: Uncontrolled Collision with Terrain, American International Airways Flight 808, Guantanamo Bay, Cuba, August 18, 1993**. Washington, D.C.: NTSB, 1994.

RAJARATNAM, S. M.; ARENDT, J. Health in 24 society. **The Lancet**, v. 358, 22 set 2001, Disponível em: <http://www.um.es/eubacteria/CL_SALUD_2.pdf>. Acesso: 24 mar. 2010.

ROSENKRANS, W. The underwriters perspective. **AeroSafety World**, jun. 2007. Disponível em:<http://flightsafety.org/asw/june07/asw_june07_p37-41.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2010.

SILVA, F. L. G. **A fábrica como agência educativa**. Araraquara: Laboratório Editorial/FCL/UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2004.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. **A human error approach to aviation accident analysis: The Human Factors Analysis and Classification System**. Burlington, VT: Ashgate, 2003.

A SUPORT TOOL TO THE FATIGUE RISK MANAGEMENT OF BRASILIAN COMMERCIAL AVIATION PILOTS

ABSTRACT: Air transport is an activity that takes place twenty-four hours a day, day in, day out, all year round, and it is growing along with global demand, meeting the needs of people and cargo transportation. Estimate percentages of accidents involving human error are between 70% and 80% of the events, whereas pilots' fatigue accounts for about 20% of the total. Fatigue is not a one-dimensional phenomenon, but rather the product of several factors that are related to the Circadian Cycle, time awake and sleep deficit, among other ones. Thus, a new view of the human fatigue risk management in air operations becomes necessary, in order to achieve a balance between company profits and flight safety. The objective of this article is to show, by means of a literary review and a case study with the use of the FAST™ (Fatigue Avoidance Scheduling Tool), that it is possible to mitigate the fatigue risk of the Brazilian commercial aviation pilots in a practical and scientifically-based fashion.

KEYWORDS: Aircraft pilots, Fatigue, FAST™.