

---

# SONOLÊNCIA E FADIGA MENTAL E SUA INFLUÊNCIA SOBRE AS FUNÇÕES COGNITIVAS DOS PILOTOS DE AERONAVES: UMA REVISÃO

Paulo Galimberti<sup>1,2</sup>

André Boff<sup>3,4</sup>

1 Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

2 paulo.galimberti@outlook.com

3 Professor do Curso de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

4 andre.boff@pucrs.br

---

**RESUMO:** Este estudo pretende identificar referencial teórico que apresente os efeitos dos fatores sonolência e fadiga mental sobre as funções cognitivas dos pilotos de aeronaves dentro do ambiente operacional em que atuam. A capacidade cognitiva dos pilotos, envolvendo atenção, memória, tomada de decisão e raciocínio, influencia sua segurança e desempenho. A sonolência e fadiga mental podem comprometer essas funções, aumentando os riscos de acidentes e incidentes aéreos. Utilizando uma abordagem de pesquisa exploratória, foram feitas comparações e assimilações de livros, pesquisas científicas e revisões bibliográficas relacionadas ao ambiente operacional e rotineiro dos pilotos de aeronaves. A identificação do referencial teórico diferenciou os fatores sonolência e fadiga mental e, além disso, apresentou seus efeitos sobre as funções cognitivas dos pilotos de aeronaves dentro do ambiente operacional em que atuam. Os resultados apontaram uma relação entre níveis de sonolência e fadiga mental e desempenho cognitivo prejudicado. A literatura mostra que pilotos com maior sonolência enfrentaram dificuldades na atenção sustentada e na tomada de decisões rápidas e precisas. Além disso, a fadiga mental foi associada a lapsos de memória e diminuição do raciocínio lógico. Esses achados destacam a importância de abordar a sonolência e a fadiga mental como questões críticas na indústria da aviação. Em suma, como mostra a literatura, a sonolência e a fadiga mental apresentam-se como fatores de impacto nas funções cognitivas dos pilotos de aeronaves, o que requer medidas preventivas e intervencionistas essenciais para garantir a segurança operacional e a saúde dos pilotos.

**Palavras Chave:** 1. Cognição. 2. Consciência Situacional. 3. Sonolência. 4. Fadiga.

## SLEEPINESS AND MENTAL FATIGUE AND THEIR INFLUENCE ON AIRCRAFT PILOTS' COGNITIVE FUNCTIONS: A REVIEW

**ABSTRACT:** This study aims to identify theoretical frameworks that present the effects of sleepiness and mental fatigue on the cognitive functions of aircraft pilots within the operational environment in which they operate. The safety and performance of pilots are influenced by their cognitive capacity, which encompasses processes such as attention, memory, decision-making, and reasoning. Sleepiness and mental fatigue can impair these functions and, consequently, increase the risks of aviation accidents. To conduct this study, an exploratory research procedures was employed to gain a deeper understanding of the problem within the aviation field. Multiple comparisons and assimilations were made among books, scientific research, and literature reviews that focused on the operational and routine environment of aircraft pilots. The identification of the theoretical framework differentiated the factors of sleepiness and mental fatigue, and moreover, elucidated their effects on the cognitive functions of aircraft pilots within the operational environment in which they operate. The results revealed a significant connection between levels of sleepiness and mental fatigue and impaired cognitive performance. Pilots who reported higher levels of sleepiness experienced difficulties in sustained attention and the ability to make quick and accurate decisions. Additionally, mental fatigue was associated with memory lapses and a decrease in logical reasoning ability. These findings highlight the importance of addressing sleepiness and mental fatigue as critical issues in the aviation industry. In summary, as indicated by the literature, sleepiness and mental fatigue manifest as impactful factors affecting the cognitive functions of aircraft pilots, necessitating essential preventive and interventionist measures to ensure operational safety and pilots' health.

**Key words:** 1. Cognition. 2. Situation Awareness. 3. Sleepiness. 4. Fatigue.

**Citação:** Galimberti, PG, Boff, AB. (2025) Sonolência e fadiga mental e sua influência sobre as funções cognitivas dos pilotos de aeronaves: uma revisão. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 15, N°. 1, pp. 77-91.

### 1 INTRODUÇÃO

O estado de fadiga em pilotos de linha aérea é um problema de toda a indústria, tendo como principal causa as deficiências encontradas na rotina de um sono adequado, a fim de garantir que os pilotos descansem efetivamente antes de assumir a aeronave (SULLENBERGER, 2011). Fatores sistêmicos como a regulamentação vigente podem fazer com que esses se apresentem ao

serviço depois de conseguirem apenas algumas horas de sono em sofás e cadeiras da sala da tripulação, por exemplo, prejudicando diretamente a qualidade do sono e posterior performance operacional.

Além do mais, quando em operação, fatores como estresse, temperaturas altas, ruído (> 80 dB) e vibração, são outros contribuintes e complicadores do estado de fadiga (FLIN, O'CONNOR e CRICHTON, 2008). De acordo com a Oxford Aviation Academy (2018), um nível razoável de estresse é benéfico para o ser humano, no entanto, os fatores estressores são cumulativos. Onde, um evento estressor como uma discussão com um colega antes de um voo, preocupações financeiras, falta de treinamento para com a operação, luto, problemas domésticos, entre outros, podem deixar o piloto mais sensível quando encontrar outra situação estressora – como as citadas anteriormente – elevando o estresse para um nível que se associa a respostas psicológicas e fisiológicas desagradáveis, a qual se inclui a fadiga.

Segundo Caldwell e Caldwell (2003), fadiga é o estado de cansaço que é associado com longas horas de trabalho – períodos prolongados sem sono – ou necessidade de trabalhar em momentos que estão “fora de sincronia” com o ciclo circadiano; sendo reconhecida por ser uma preocupação de segurança significativa em indústrias de alto risco (ROSEKIND et al., 1995). Segundo a *International Civil Aviation Organization* (ICAO, 2020), a fadiga é definida como sendo um estado fisiológico de redução da capacidade mental ou física de desempenho, resultante da perda de sono, vigília prolongada, fase circadiana e/ou carga de trabalho (atividade mental e/ou física) que pode prejudicar a vigilância e a habilidade de realizar tarefas operacionais relacionadas à segurança. No contexto da aviação, o estado de fadiga em voo foi relatado entre 68% e 91% dos pilotos de companhias aéreas comerciais (JACKSON; EARL, 2006; REIS et al., 2016; ALJURF et al., 2018); destacando-se a fadiga mental e a sonolência como as formas mais relevantes de fadiga (WILLIAMSON et al., 2011).

A fadiga mental é causada principalmente pelo tempo na tarefa e carga de trabalho cognitiva (BALKIN; WESENSTEN, 2011). Deste modo, a fadiga mental pode ser categorizada em duas subdivisões, sendo essas: a fadiga mental crônica e fadiga mental aguda (GRAIG; COOPER, 1992). A fadiga mental crônica é, como o termo sugere, caracterizada pela sua persistência ou falta de recuperação rápida. Sendo a fadiga crônica um sintoma central em muitos distúrbios psicológicos ou somáticos, por exemplo, a Síndrome de Burnout (MASLACH; SCHAUFELI; LEITER, 2001); é um importante sintoma secundário na depressão (DEMYTTENAERE; DE FRUYT; STAHL, 2005); e na doença de Parkinson (CHAUDHURI; BEHAN, 2000). Ou seja, a fadiga crônica é relevante em muitos contextos clínicos e teóricos.

Segundo Van der Linden (2011), a fadiga mental aguda é de natureza temporária. Isto é, ela geralmente está associada a atividades mentalmente exigentes realizadas anteriormente (por exemplo, um dia de voo com diversas formações meteorológicas, em contraste com um voo sem interferência meteorológica relevante — CAVOK, termo usado na aviação para indicar céu limpo e boa visibilidade). Além disso, sua recuperação tende a ser mais rápida do que a da fadiga mental crônica. Em alguns casos, apenas mudar de tarefa já é suficiente para aliviar os sintomas dessa fadiga (GRAIG; COOPER, 1992).

Segundo Flin, O'Connor e Crichton (2008) do estado de fadiga surgem alguns efeitos nas capacidades motoras, comunicativas, sociais e cognitivas. O termo cognição é definido como o conjunto de atividades mentais que envolvem aquisição, armazenamento, retenção e uso do conhecimento (CAFFARRA et al., 2002). Estes processos mentais constituem os fundamentos da percepção, da atenção, da motivação, da ação, do planejamento e do pensamento, além do próprio aprendizado e da memória (LEZAK, 1995).

Os principais efeitos da fadiga sobre a cognição ocorrem na criatividade e flexibilidade em tomada de decisões. A redução da capacidade de lidar com mudanças rápidas; a baixa aptidão para lidar com imprevistos ao ajustar planos quando novas informações se tornam disponíveis; a tendência a adotar pensamentos mais rígidos e soluções anteriores – que talvez sejam ultrapassadas; e a tolerância com desempenhos mais baixos em tarefas; são características por trás do problema. Assim, segundo Lorist e Faber (2011), o sistema cognitivo parece não usar as informações disponíveis para preparar e orientar as ações quando indivíduos ficam mentalmente cansados. Além disso, o monitoramento das ações é menos eficiente, resultando em deteriorações na execução de ações corretivas e ajustes no comportamento.

Outro aspecto que afeta a cognição é a sonolência. Esta é causada principalmente pelo tempo em que se está acordado; da privação de sono; e das interrupções e incoerências do ritmo circadiano (BALKIN; WESENSTEN, 2011). Além do mais, Horne (1988) conceituou sonolência como um estado fisiológico distinto caracterizado por alerta e déficits de desempenho que sugerem o funcionamento comprometido do córtex pré-frontal (região do cérebro responsável pela tomada de decisão, manutenção da atenção, controle do comportamento emocional etc.).

Depois de uma noite sem dormir, o desempenho cognitivo pode diminuir por 25%, e depois de duas noites sem dormir, o desempenho cognitivo pode cair para quase 40% da linha de base (KRUEGER, 1989). BANDARET et al. (1981) descobriram que após 36 horas de trabalho constante, soldados se distraíram de tarefas críticas e demoraram muito nas tarefas que eles anteriormente predominaram. Ou seja, quando em estado de fadiga mental ou sonolência, de um modo geral, pilotos de aeronaves podem ser mais propensos a erros na rotina, e em tarefas repetidas que exigem vigilância sustentada.

Assim, a partir destes conceitos, este estudo pretende identificar referencial teórico que apresente os efeitos dos fatores sonolência e fadiga mental sobre as funções cognitivas dos pilotos de aeronaves dentro do ambiente operacional em que atuam.

## 2 A SONOLÊNCIA E A FADIGA MENTAL: ORIGENS E EFEITOS

Existem inúmeras definições de fadiga, com classificações variadas dos tipos de fadiga, por exemplo: mental e física. Foi demonstrado que o desempenho físico reduzido afeta a capacidade de um indivíduo de pilotar uma aeronave com segurança. Por exemplo, pilotos de helicóptero mostram uma deterioração significativa do desempenho psicomotor nas mãos e nos pés durante operações em estado de fadiga (MCMAHON; NEWMAN, 2018).

No contexto da aviação, a fadiga mental e a sonolência foram mencionadas como a forma mais relevante de fadiga (WILLIAMSON et al., 2011). Isto pois, em termos de operações contínuas, Balkin e Wesensten (2011) argumentam que os efeitos de sonolência e fadiga são tipicamente confundidos neste contexto. Onde, um entendimento completo de alerta e déficits de desempenho que resultam de operações contínuas, exige uma apreciação das diferenças conceituais e práticas entre sonolência e efeitos da fadiga mental. Sugerindo que esses dois fatores prejudicam sinergicamente o desempenho durante operações contínuas.

Conforme Hu e Lodewijks (2020) argumentam, torna-se importante distinguir sonolência de fadiga mental, de maneira que se enfatize as diferenças em suas causas e respostas psicológicas/físicas; reconhecendo que contribuem interativamente para a redução do desempenho e da vigilância.

A fadiga mental é causada principalmente pelo tempo na tarefa e carga de trabalho cognitiva (BALKIN; WESENSTEN, 2011). Deste modo, a fadiga mental pode ser categorizada em duas subdivisões, sendo essas: a fadiga mental crônica e fadiga mental aguda (GRAIG; COOPER, 1992).

Quanto à sonolência, esta é causada principalmente pelo tempo em que se está acordado, privação de sono e interrupções e incoerências do ritmo circadiano (BALKIN; WESENSTEN, 2011). Além do mais, Horne (1988) conceituou sonolência como um estado fisiológico distinto caracterizado por alerta e déficits de desempenho que sugerem o funcionamento comprometido do córtex pré-frontal (região do cérebro responsável pela tomada de decisão, manutenção da atenção, controle do comportamento emocional etc.).

Essas definições reforçam o fato de que a fadiga é um problema multifatorial, com várias causas e apresentações, incluindo comprometimento do estado de alerta e redução do desempenho, o que pode prejudicar as habilidades do indivíduo para desempenhar suas funções com segurança (WINGELAAR-JAGT et al., 2021).

A fadiga, de um modo geral, tem sido implicada em notórios acidentes em todos os setores industriais (COREN, 1996; MAAS, 1998). Entre uma série de potenciais falhas de fatores humanos que foram consideradas contribuintes para o desastre do ônibus espacial Challenger, algumas se associam ao tema: os possíveis efeitos da falta de sono; excessivos turnos de serviço; efeitos de um desregulado ciclo circadiano; e a fadiga resultante sobre aqueles que tomaram a decisão de lançar o ônibus, apesar das preocupações com a segurança (HAWKINS; ORLADY, 1987).

Além do mais, a fadiga é a maior causa identificável e evitável de acidentes em indústrias de transporte, superando incidentes relacionados com drogas ou álcool (ÅKERSTEDT, 2000). Na indústria da aviação, especificamente, se estima que a fadiga pode estar envolvida em 4% a 7% dos acidentes da aviação civil (KIRSCH, 1996); e em qualquer lugar entre 4% e 25% dos acidentes da aviação militar (CALDWELL et al., 2002; RAMSEY; MCGLOHN, 1997).

Complementando, Flin, O'Connor e Crichton (2008) definem que as causas da fadiga incluem longas horas de trabalho, culminando, na falta de um sono adequado. Além disso, os autores também definem que quanto mais maçante a tarefa, maior a probabilidade de o colaborador sofrer os efeitos da fadiga. Um exemplo são experimentos de fadiga em condição simulada, onde as pessoas estão mais propensas a sair da estrada ao dirigir em um trecho reto em vez de em uma esquina (CALDWELL, 1997).

Através de uma associação, Dawson; Reid (1997) compararam os efeitos da fadiga e da intoxicação alcoólica, mostrando que uma noite de privação de sono produz prejuízo no desempenho maior do que é atualmente aceitável para intoxicação alcoólica na legislação americana (FLIN et al., 2008). Uma perda de duas (2) horas de sono produz um decréscimo de desempenho em tarefas psicomotoras equivalente a beber entre duas (2) a três (3) cervejas.

A socialização de um indivíduo também é afetada pela fadiga, ocasionando uma falta de consideração pelas convenções sociais normais, infantilidade, impaciência, irritabilidade e comportamento interpessoal inadequado. Estes aspectos foram descritos por indivíduos que participaram de estudos de privação de sono (HORNE, 1993). Em uma análise de 19 estudos, Pilcher e Huffcutt (1996) descobriram que o humor é mais afetado pela privação do sono do que o desempenho cognitivo ou motor.

As pessoas podem não reconhecer quando estão sofrendo de níveis de fadiga, o que pode levar a um acidente ou incidente. Helmreich e Merritt (1998) descobriram que mais de 60% de uma amostra de médicos concordou com a declaração: “mesmo quando cansado, eu atuo de forma eficaz durante as operações críticas”. Ou seja, sinais mais óbvios de fadiga em si mesmo ou em outros membros da equipe é uma degradação no desempenho da tarefa. Por exemplo, ao dirigir, a frequência de ultrapassagens arriscadas aumenta com o número de horas de condução (BROWN et al., 1970).

No entanto, as pessoas podem ser hábeis em aumentar o esforço concentrando-se em mais tarefas para mitigar os efeitos da fadiga (MACKIE; MILLER, 1978). Um estudo feito por Petrilli et al. (2006) estudou a capacidade de tripulações de voo de longas distâncias para realizar tarefas de tomada de decisão após um voo transoceânico, em comparação com tripulações

descansadas. Eles encontraram que as tripulações cansadas se engajaram em comportamentos protetores, como se comunicar mais, verificações adicionais e assim por diante, mas também cometeram mais erros de decisão.

Deste modo, com as definições de fadiga mental e sonolência já abordadas, destaca-se a consideração de Flin, O'Connor e Crichton (2008), que enfatizam o sono como a única forma eficaz de recuperação da fadiga. Essa perspectiva será aprofundada no tópico a seguir.

## 2.1 O SONO COMO SOLUÇÃO

Segundo Walker (2018), no cérebro, o sono potencializa uma diversidade de funções, incluindo a nossa capacidade de aprender, memorizar, tomar decisões e fazer escolhas lógicas. O autor também destaca que o sono desempenha um papel importante na reparação da saúde psicológica, ao calibrar os circuitos cerebrais emocionais e permitir o enfrentamento de desafios sociais e psicológicos com sereno autocontrole. Além disso, o sono tem impacto no restante do corpo, reabastecendo o sistema imune, combatendo o câncer, prevenindo infecções e protegendo contra diversas doenças. Walker (2018) ainda menciona uma pesquisa realizada na Austrália, na qual dois grupos de adultos saudáveis foram recrutados. Um grupo foi embriagado até o limite jurídico para dirigir (0,08% de álcool no sangue), enquanto o outro foi privado de sono por uma única noite. Os resultados mostraram que, após 19 horas acordadas, as pessoas privadas de sono apresentaram um desempenho cognitivo tão prejudicado quanto aquelas que estavam embriagadas.

A duração ideal do sono por noite varia entre indivíduos, mas de 7 a 8 horas de sono são recomendadas para adultos (HIRSHKOWITZ et al., 2015). A quantidade de sono durante as 24h anteriores a operação mostrou-se um preditor independente de gerenciamento de ameaças e erros em um simulador de Boeing 747-400 de alta fidelidade, além de ser um preditor significativo de fadiga autoavaliada e velocidade média de resposta (PETRILLI et al., 2006; GANDER; SIGNAL, 2009). Além disso, o sono restrito, definido como <5h, durante as 24h anteriores foi associado à confusão (DRURY et al., 2012). A perda de sono pode ser aguda (não dormir por um longo período, também conhecido como privação de sono) ou crônica “redução” do sono à noite por 1 ou 2 horas, também conhecida como restrição de sono; (GOEL et al., 2013; ICAO, 2020).

Descobriu-se que 80% dos aviadores da ativa do exército americano e 90% dos aviadores em treinamento dormiam <8h por noite, com esses indivíduos dormindo em média 6,6h por noite (TVARYANAS; THOMPSON, 2006; KELLEY et al., 2018; BERNHARDT et al., 2019). O sono diminuiu ainda mais durante as operações, sendo a média de sono por noite de 6 horas antes de uma operação e apenas 5,6 horas durante uma operação (BELLAND; BISSELL, 1994). Padrões semelhantes foram observados na aviação civil, com um estudo mostrando que 22% dos pilotos de companhias aéreas comerciais do Conselho de Cooperação do Golfo dormiam menos de 6 horas por dia (ALJURF et al., 2018). Outro estudo relatou que a duração média do sono diminuiu de 7,8h por noite para <6h durante um período de serviço de 7 dias, levando a uma perda cumulativa de sono de 15h (SAMEL et al., 2004). A pesquisa mostrou que os efeitos da restrição de sono se acumulam, levando a uma redução progressiva no desempenho, que se intensifica à medida que a restrição de sono por noite aumenta (SAMEL et al., 2004; International Civil Aviation Organization, 2020).

Além da redução das horas dormidas, a qualidade do sono também pode ser prejudicada. Por exemplo, o sono nas escalas pode ser complicado por fatores transitórios, como ambientes de sono desconhecidos ou desconfortáveis, interrupções circadianas ou estresse situacional (CALDWELL, 1997). Isso também pode ser visto em desdobramentos militares; apenas 26,3% relataram que o sono no campo era bom, em comparação com 64,5% em casa (KELLY; EFTHYMIU, 2019). Esses distúrbios, por sua vez, podem levar a uma diminuição na quantidade de sono. Por exemplo, a avaliação de um elemento de asa rotativa implantado no Iraque descobriu que 62,5% da tripulação relatou dificuldades em adormecer e 48% relataram dificuldades em permanecer dormindo (RABINOWITZ et al., 2009).

A única maneira de se recuperar da fadiga é através do sono (FLIN, O'CONNOR e CRICHTON, 2008). O desejo de dormir é um impulso fisiológico como o de sede ou fome. Em um estudo com ratos que foram totalmente privados de sono até morrerem, Everson et al. (1989) não encontraram causa anatômica da morte, no entanto, todos os ratos mostraram uma aparência debilitada, lesões em suas caudas e patas e perda de peso apesar do aumento da ingestão de alimentos.

Necessidades individuais de sono podem variar de 4 (quatro) a 10 (dez) horas por dia. Margaret Thatcher precisava de apenas 4 (quatro) horas de sono por dia durante seus 11 anos como primeira-ministra britânica, no entanto, em média, os adultos requerem 7 (sete) a 8 (oito) horas de sono por dia (HIRSHKOWITZ et al., 2015), e não há evidências de pesquisa sugerindo que um indivíduo possa treinar para sobreviver com menos horas de sono por meio da privação constante de sono.

Embora as pessoas consigam performar com menos do que a quantidade normal de sono por algumas noites, quando a dívida de sono se acumula, há uma degradação linear no desempenho cognitivo, especialmente em tarefas para as quais as pessoas têm baixa motivação para realizar (GAWRON et al., 2001). No entanto, após um período de privação de sono, as pessoas podem retornar para níveis normais de alerta após uma ou duas noites inteiras de sono.

Barboza et al. (2008) comentam que o trabalho por escalas e trabalhos em horários noturnos contribuem com a alteração do processo de sono e vigília, o que pode alterar as formas concretas de funcionamento do organismo, colaborando com um papel arriscado de desencadear diversas sensações de mal-estar, cansaço, alteração no humor, redução da capacidade de atenção e concentração além de acabar provocando distúrbios que afetam o intestino, coração e entre outros processos vitais para a saúde.

Costa et al. (2015) sugerem que as condições submetidas a enfermeiros que realizam a profissão durante o período noturno, apresentam irregularidades no exercício do sono, o que contribui com a dessincronização de fatores relacionados a personalidade do indivíduo, ao emocional, fatores da cognição e psicofisiológico. Deste modo, aplicando para a realidade de um piloto de linha aérea, a rotina escalar exige diversos cuidados e menções quanto à segurança operacional. Isto tendo em vista que a maioria dos padrões fisiológicos passam por alternâncias dentro do período de 24 horas, podendo ser observado na temperatura corporal, elementos que compõe o sangue, nos hormônios, atividades motoras e nos mecanismos de sono e vigília.

Deste modo, pode-se dizer que a privação de sono pode desregular o ritmo circadiano e, conseqüentemente, alterar as funções cognitivas de trabalhadores por escalas. Além disso, a privação de sono pode trazer conseqüências prejudiciais a longo prazo em função do modelo estabelecido pelo trabalho noturno.

O ciclo circadiano é um marcapasso neural no cérebro que monitora o ciclo dia/noite através da entrada de luz ocular e determina a preferência por dormir à noite (International Air Transport Association et al., 2015). Este relógio controla o chamado processo circadiano, basicamente definindo os limiares para a pressão do sono conforme descrito anteriormente (GOEL et al., 2013). Vale a pena mencionar vários períodos durante o ciclo dia/noite: O período durante o ciclo circadiano em que a fadiga e a sonolência são maiores e as pessoas são menos capazes de realizar trabalho mental ou físico, que é chamado de janela de baixa circadiana – WOCL (International Air Transport Association et al., 2015). Esse período, quando os níveis de atenção são mais baixos, em média, ocorre entre 2h e 6h da manhã, mas há diferenças interindividuais no tempo (VALDEZ, 2019). Outro período bem conhecido é a sonolência pós-almoço; ocorrendo entre 14h e 16h, quando os níveis de atenção e o limiar de sono são novamente baixos (VALDEZ, 2019). Essa queda é seguida por um período com altos níveis de alerta ocorrendo entre 16h e 20h, e depois pela “zona de manutenção de vigília noturna”, o par de horas antes da hora habitual de dormir, quando é muito difícil adormecer (GOEL et al., 2013; VALDEZ, 2019; ICAO, 2020).

O ritmo circadiano pode ser interrompido pelo trabalho noturno (ou seja, trabalho por turnos), pois isso altera o padrão de sono/vigília e por transições de fuso horário que causam mudanças repentinas no ciclo dia/noite, também chamado de *jet lag* (International Air Transport Association et al., 2015). Essas interrupções do ritmo circadiano podem ter um efeito duplo no desempenho dos pilotos. Primeiro, eles podem reduzir o desempenho (cognitivo) e o estado de alerta ao voar, como durante o WOCL (*Window of Circadian Low*) e, segundo eles, podem levar ao sono prejudicado pelo deslocamento do sono para o período diurno, quando a quantidade e a qualidade do sono são restritas (GANDER et al., 1998).

O sono é dividido em cinco estágios que se alternam durante um determinado período (em adultos em média de 7 a 8 horas), normalmente durante a noite, os quais são:

- O estágio 1, *transitional*, é o primeiro estágio do sono e pode durar de 5 a 10 minutos, é a transição entre o estar adormecido e acordado, e ainda pode haver alguma consciência de atividade no meio envolvente. Esta é a fase que um indivíduo está para adormecer ao volante de um carro por exemplo, e é muitas vezes descrito como *microsleep*. Uma *microsleep* pode durar de alguns segundos a um minuto de tempo.
- O estágio 2, *light sleep*, é uma fase que dura de 10 a 20 minutos. Durante esta etapa, a respiração e a frequência cardíaca diminuem e há uma ligeira diminuição na temperatura corporal. Ondas cerebrais tornam-se mais lentas, intercaladas e com rajadas ocasionais de ondas rápidas.
- O estágio 3 e 4, *deep sleep*, são os estágios do sono profundo e tendem a durar cerca de 30 minutos. A atividade muscular é limitada e o cérebro produz ondas delta lentas. Alguém que é acordado nesses estágios do sono pode estar muito “grogue” e pode levar alguns minutos para acordar adequadamente. Essa sonolência (ou inércia do sono) pode durar mais (até 20 a 30 minutos). No entanto, Rosekind et al. (1995) sugerem que, em uma emergência, os efeitos da adrenalina podem superar rapidamente os efeitos negativos da inércia do sono.
- O estágio 5, *rapid eye movement (REM)*, é a fase em que os sonhos ocorrem. É caracterizada por movimentos oculares rápidos atrás das pálpebras fechadas. Os músculos relaxam, a frequência cardíaca e as ondas cerebrais aceleram, e a respiração torna-se rápida e superficial. Ocorrem alguns períodos de sono REM em uma noite normal de sono. O primeiro período é curto (de 5 a 10 minutos), mas tornam-se mais longos à medida que a noite avança. Há algumas evidências sugerindo que o sono REM é particularmente importante para o armazenamento de memórias.

Assim, o sono adequado se apresenta como o único modo de se recuperar dos estados de sonolência e/ou fadiga mental que podem estar sendo vivenciados por um indivíduo. Desta ideia, dentro do contexto operacional de um piloto de aeronaves, é essencial que ele execute sua atividade de maneira segura, ao compreender como estes fatores afetam suas funções cognitivas.

### 3 FUNÇÕES COGNITIVAS EXIGIDAS PARA A PILOTAGEM DE AERONAVES

Em sistemas automatizados, altamente dinâmicos e complexos, os usuários desenvolvem processos cognitivos habilidosos que são muito sensíveis ao contexto. Essas inúmeras habilidades processuais reunidas podem ser abordadas como funções cognitivas. Boy (1998) define que a função cognitiva é o atributo humano que permite que um indivíduo transforme uma tarefa prescrita em uma atividade efetiva.

As funções cognitivas referem-se a um conjunto de processos mentais complexos que são responsáveis pela percepção, memória, atenção, pensamento, resolução de problemas, raciocínio e tomada de decisões. Essas funções são essenciais para a nossa capacidade de processar informações, interagir com o mundo ao nosso redor e adaptar-se a situações novas e desafiadoras (EYSENCK; KEANE, 2020).

Existem diversas funções cognitivas que trabalham juntas para permitir que indivíduos processem informações de forma eficiente e eficaz – afetando de maneira mais específica a consciência situacional:

FUNÇÕES COGNITIVAS	DESCRIÇÃO
Atenção	A atenção é fundamental para a consciência situacional, pois é preciso estar alerta e focado no ambiente e nos eventos que ocorrem nele. A atenção é necessária para detectar informações relevantes, ignorar distrações e mudanças no ambiente (ENDSLEY, 1995).
Memória	A memória é usada para armazenar informações sobre a situação, como dados importantes, eventos recentes, decisões tomadas e possíveis consequências. É necessário que as informações relevantes da situação sejam armazenadas na memória de trabalho para permitir a construção de uma compreensão completa da situação, e que essas informações possam ser acessadas e utilizadas para orientar as ações e decisões do indivíduo. A memória de longo prazo também é de alta importância na construção de uma consciência situacional efetiva, pois permite que o indivíduo reconheça padrões e tire proveito de experiências passadas para lidar com situações similares no futuro (ENDSLEY, 1995).
Percepção	A percepção é essencial para a compreensão do ambiente, pois é através dos sentidos que recebemos informações sobre o mundo ao nosso redor. A percepção é um dos três elementos que compõem o conceito de consciência situacional, juntamente com a compreensão da situação atual e a previsão da evolução da situação. Nesse sentido, a percepção é vista como fundamental para a compreensão do ambiente e para a tomada de decisão em situações dinâmicas e complexas (ENDSLEY, 1995).
Raciocínio	O raciocínio é frequentemente usado para fazer inferências sobre o que pode acontecer a seguir com base nas informações disponíveis, e para avaliar o impacto de diferentes ações possíveis em relação aos objetivos desejados (ENDSLEY, 1995).
Tomada de Decisão	A tomada de decisão é um aspecto crítico da consciência situacional, e uma boa consciência situacional é fundamental para uma tomada de decisão eficaz. A falta de consciência situacional pode levar a decisões inadequadas ou erradas, enquanto uma boa consciência situacional pode ajudar a evitar erros e melhorar o desempenho em situações críticas (ENDSLEY, 1995).
Planejamento e Organização	A capacidade de planejar e organizar as ações é essencial para manter uma consciência situacional eficaz. Isso envolve antecipar eventos futuros, planejar ações e organizar informações relevantes. Estabelecer e manter uma estrutura cognitiva organizada é fundamental para lidar com situações complexas e dinâmicas. O planejamento e a organização ajudam a antecipar possíveis cenários e a desenvolver estratégias adequadas, enquanto a organização permite que o indivíduo mantenha as informações relevantes em mente e as acesse rapidamente quando necessário (ENDSLEY, 1995).
Resolução de Problemas	A resolução de problemas é uma função cognitiva crucial para a consciência situacional, pois permite que o indivíduo desenvolva soluções para os desafios encontrados em uma situação. Isso envolve a identificação de problemas potenciais, a formulação de hipóteses sobre suas causas, a geração de alternativas de solução e a avaliação dessas alternativas em relação aos objetivos da tarefa e às condições da situação. A resolução de problemas também está relacionada à capacidade de antecipar problemas e adotar medidas preventivas para evitar que ocorram (ENDSLEY, 1995).

**Quadro 1** – Funções Cognitivas que afetam a Consciência Situacional

Segundo Flin, O'Connor e Crichton (2008), a consciência situacional pode ser explicada de forma simples como “estar ciente do que está acontecendo ao seu redor”. De maneira complementar, Endsley (1995) define a consciência situacional como “a percepção dos elementos no ambiente dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão de seus significados e a projeção de seus estados em breve”.

Este conceito tem sido amplamente utilizado em treinamentos na aviação, e uma definição mais específica de consciência situacional para tripulantes ilustra os principais componentes desta habilidade: “a consciência situacional é uma dinâmica, que envolve a manutenção e antecipação de tarefas críticas” (FLIN et al., 2008). Ou seja, os tripulantes devem estar com consciência situacional em todas as fases do voo, antecipando eventos futuros com base no conhecimento do passado e do presente. Sendo crucial que os indivíduos monitorem o ambiente para que possíveis problemas possam ser corrigidos antes que eles aumentem (SHRESTHA et al., 1995).

Assim sendo, a consciência situacional é um conceito complexo que envolve diversas funções cognitivas, como a percepção, a atenção e a memória. A percepção é responsável por coletar informações sensoriais do ambiente, enquanto a atenção desempenha um papel crucial ao selecionar quais dessas informações serão processadas de maneira mais detalhada. A memória, por sua vez, permite o armazenamento e a recuperação de informações relevantes para o contexto. Essas funções, embora interdependentes, contribuem de maneiras distintas para o monitoramento contínuo do ambiente, permitindo que o indivíduo perceba o que está acontecendo e detecte alterações importantes no contexto. Assim, a consciência situacional envolve um processo contínuo de coleta, processamento e análise das informações disponíveis no ambiente. Os seres humanos utilizam seus cinco sistemas sensoriais — visão, audição, tato, paladar e olfato — para reunir essas informações, sendo o cérebro responsável por selecionar, de forma seletiva, os estímulos a serem processados, dada a grande quantidade de informações disponíveis a qualquer momento (FLIN et al., 2008). Essa seleção é impulsionada em parte pelo ambiente – por exemplo, um ruído repentino ou mudança de luz atrairá nossa atenção – mas também somos guiados por experiências passadas. Isso é, informações que armazenamos na memória de longo prazo – nosso conhecimento do mundo em que vivemos – nos orientará a atender a certas pistas do ambiente, pois sabemos que estão em alguma forma significativa ou importante para nós. Esse processo de atenção seletiva forma essencialmente a base da consciência situacional (ENDSLEY, 1995).

Com um viés mais técnico, as informações do ambiente entram no sistema cognitivo como sinais químicos através das células receptoras sensoriais no olho, ouvido, nariz, boca e pele. Estes se tornam mensagens químicas que são transportadas através dos nervos sensoriais para o cérebro onde são interpretados e podem ser armazenados no sistema de memória (FLIN et al., 2008).

O sistema de memória tem sido estudado extensivamente por psicólogos nos últimos 40 anos. Pesquisas sobre a capacidade e função da memória levaram ao desenvolvimento de um modelo amplamente aceito da arquitetura cognitiva – a estrutura do sistema de armazenamento e processamento do cérebro para informações (FLIN et al., 2008). Uma visão simplificada da memória propõe que existem três sistemas interligados: memória sensorial, memória de curto prazo (também conhecida como memória de trabalho) e memória de longo prazo, cada uma das quais será descrita na sequência.

A memória sensorial é a memória que retém as informações recebidas por períodos muito breves de tempo (EYSENCK; KEANE, 2005). Raramente temos conhecimento desses armazenamentos transitórios, mas quando se percebe que uma imagem persiste muito brevemente após o estímulo visual ter sido removido, isso é a memória sensorial.

A memória de trabalho contém essencialmente a percepção consciente. É um limitado armazenamento de capacidade. A capacidade de memória de trabalho pessoal é fácil de medir – basta ver quantos dígitos um indivíduo consegue lembrar de uma lista aleatória de números. Caso este puder combiná-los em unidades ou blocos significativos (por exemplo, códigos de discagem de área telefônica ou datas), então uma lista mais longa pode ser lembrada (FLIN et al., 2008).

A memória de trabalho não só tem uma pequena capacidade de armazenamento, mas também não é muito boa para manter as informações. Caso não seja dedicada atenção mental aos números da lista que se está tentando lembrar, por exemplo, repetindo-os várias vezes, então o traço de memória desses números decairá. Além disso, se houver distração e mudança na atenção para outra coisa, então, novamente, apenas a informação será perdida (OXFORD AVIATION ACADEMY, 2018).

A capacidade de manter informações na memória de trabalho é particularmente importante quando envolvidos em tarefas críticas de segurança. Quando um piloto está se lembrando da autorização dada pelo controle de tráfego aéreo, então este está usando sua memória de trabalho para armazenar as informações. Saber quando e como preservar informações na memória de trabalho é uma aspecto-chave da consciência situacional (OXFORD AVIATION ACADEMY, 2018).

Com *expertise*, as tarefas (como a habilidade física de voar) se tornam “automáticas” – os procedimentos e ações tornam-se bem conhecidos e são armazenados na memória de longo prazo. Portanto, isso libera a memória de trabalho para atender a outras tarefas, como falar no rádio e gerenciar problemas. Porém, quando não se tem que pensar cuidadosamente nas etapas de uma tarefa, isso pode causar outros problemas relativos a suposições e expectativas, conforme discutido mais adiante (FLIN et al., 2008).

A memória de longo prazo, que é o armazenamento da memória principal, é um enorme repositório para todo tipo de informação que se adquire e se armazena durante nossa vida. Ela contém todas as memórias pessoais de eventos que foram vivenciados, como também todo o estoque de conhecimento adquirido. Este último é conhecido como memória semântica e detém gostos e desgostos, os idiomas que são falados, como realizar tarefas como pilotar uma aeronave, nadar e operar um computador – isto é, tudo o que se sabe sobre o mundo em que se vive (OXFORD AVIATION ACADEMY, 2018).

A qualquer momento, usa-se apenas uma pequena fração deste armazenamento de memória, que pode ter diferentes níveis de ativação dependendo das atividades atuais. Para conscientização da situação, as informações armazenadas na memória de longo prazo são recuperadas – onde, algumas das quais serão transferidas para a memória de trabalho, outras associadas ao conhecimento pode então passar para um nível mais alto de disponibilidade. Certos tipos de informações são mais fáceis de recuperar da memória, por exemplo, quando a informação é familiar, foi “acessada” recentemente ou é incomum, saliente ou de particular interesse pessoal (OXFORD AVIATION ACADEMY, 2018).

Tendo em vista esses atributos, destaca-se que a manutenção da qualidade da consciência situacional depende de múltiplas funções cognitivas, como percepção, memória de trabalho, raciocínio e tomada de decisão. No entanto, esses processos podem

ser afetados negativamente por fatores como fadiga e estresse, comprometendo a capacidade de interpretar e reagir adequadamente às informações do ambiente. A fadiga mental e a sonolência, por exemplo, reduzem a capacidade de processamento de novas informações, impactando diretamente a atenção e, conseqüentemente, a consciência situacional (FLIN et al., 2008). Acidentes envolvendo estes fatores são provavelmente devido à influência negativa da sonolência ou fadiga mental na consciência situacional de um indivíduo. O estresse, muitas vezes manifestado como ansiedade, tem um efeito prejudicial semelhante, provavelmente porque a pessoa está preocupada com outros problemas que estão ocupando atenção e a memória de trabalho (CALDWELL; CALDWELL, 2003).

Em conjunto, certos produtos químicos podem influenciar a capacidade de atenção de um indivíduo. Estimulantes, tipicamente cafeína, são frequentemente usados para neutralizar os efeitos prejudiciais da fadiga. Os níveis de glicose no sangue podem fazer com que o indivíduo se sinta mais alerta ou mais sonolento, e assim, pode influenciar a consciência situacional (CALDWELL; CALDWELL, 2003).

Como a consciência situacional é muito dependente da memória de trabalho (como explicado anteriormente), é afetada por distração, interrupção, sobrecarga de estímulos etc. Estes podem ser altamente arriscados para os trabalhadores envolvidos em tarefas complexas. Distrações e interrupções ocorrem com frequência surpreendente em domínios críticos de segurança, como salas de cirurgia (HEALEY et al., 2006) e quando as equipes estão ressuscitando pacientes (MARSCH et al., 2005).

Assim, a consciência situacional é um termo usado na indústria para descrever as habilidades cognitivas que envolvem a seleção e compreensão de informações do mundo ao nosso redor para dar sentido ao nosso ambiente de trabalho. Problemas relacionados com a consciência situacional são comumente atribuídos como causas de acidentes em configurações de tarefas dinâmicas, como a pilotagem de aeronaves.

Deste modo, tendo sido definido e diferenciado fadiga mental de sonolência, bem como referido o sono como o único modo de se recuperar destes estados de fato; abordado um exemplo de uma capacidade cognitiva (consciência situacional) necessária para que um piloto de aeronaves gerencie seu voo de modo seguro; e sua conseqüente precariedade, caso exista o estado de sonolência e/ou fadiga mental no piloto de aeronaves; a seguir, serão abordadas as características do ambiente operacional que o piloto atua e seus eventuais indutores para os estados de sonolência e fadiga mental, que foram sugeridos como complicadores das funções cognitivas.

#### 4 O AMBIENTE OPERACIONAL DOS PILOTOS DE AERONAVES

Tendo em vista que pilotos não possuem regularidade em sua escala de trabalho, onde podem trabalhar em turnos distintos do dia durante o mês, existe uma exposição que promove uma desregulação do ritmo circadiano, o que pode alterar o “relógio biológico”, os forçando a trocar a noite pelo dia, tendo potencial de resultar em uma série de complicações no organismo, contribuindo para o desencadeamento de doenças e alterações nas funções cognitivas.

Segundo Silva et al. (2019), tais prejuízos podem ser irreversíveis tanto fisiologicamente quanto cognitivamente, incluindo doenças metabólicas e problemas comportamentais como a ansiedade, depressão e estresse. Assim, parece interessante que estratégias não farmacológicas sejam implementadas na tentativa de minimizar tais prejuízos. Uma das alternativas pode ser por meio de trabalho terapêutico com métodos e técnicas para melhorar o funcionamento cerebral em função de uma alteração no ritmo circadiano responsável pela homeostase do organismo humano.

Segundo Arendt (2006), a espécie *homo sapiens* é conhecida como uma espécie diurna, com o organismo totalmente adaptado e preparado para exercer as atividades na fase clara do dia, e repousar na fase escura. Deste modo, por mais que algumas formas de trabalho sejam prejudiciais para a saúde do profissional, o trabalho no horário noturno, como eventualmente ocorre na aviação, é indispensável para a assistência adequada da população, e facilitação da operação, deixando-a mais econômica/barata, transferindo a economia também ao consumidor na compra da passagem. No entanto, há uma necessidade de se elaborar certas estratégias a fim de proporcionar ações de bem-estar, com o intuito de diminuir as conseqüências negativas causadas por essas condições de trabalho na saúde dos profissionais (SOUZA, 2019), bem como, conseqüentemente, o aumento da segurança operacional.

A modernidade e necessidade de acesso a empresas que possuem agendas não habituais facilitam a vida dos indivíduos que precisam do serviço e conseguem se encaixar nos horários, porém, os turnos de trabalho e as escalas possuem impactos diretos na qualidade de atenção e vigília dos colaboradores dessas empresas, podendo prejudicar diretamente na segurança operacional.

Como mencionado logo no início desta pesquisa, segundo Flin, O'Connor e Crichton (2008), fatores como estresse, temperaturas altas, ruído (> 80 dB) e vibração, são contribuintes e complicadores operacionais do estado de fadiga – isto é – em momentos que estão “fora de sincronia” com o ciclo circadiano (CALDWELL; CALDWELL, 2003). Na seqüência, todos estes fatores serão abordados.

Quanto ao estresse, inicialmente, um nível razoável de estresse é benéfico, mas um alto nível de estresse está associado a respostas psicológicas e fisiológicas desagradáveis, e uma destas é a fadiga. Os causadores de estresse (ou estressores) podem ser divididos em duas categorias: internos e externos. A fadiga está inclusa nos estressores internos e, além dela, inclui-se outros muito importantes, como: fome, sede, falta de sono e dor. Sendo que, com exceção da dor, esses fatores normalmente estão (ou

eram para estar) sob o controle da tripulação. Deste modo, é fundamental que as tripulações assegurem que nunca iniciem um período de serviço com qualquer um destes estressores fisiológicos internos (FLIN et al., 2008).

Em acréscimo, o cérebro, de um modo geral, possui a capacidade de se adaptar a estressores fisiológicos. No caso de estressores externos, a exposição repetida a níveis moderados de estressores do ambiente fará com que o corpo se adapte ao estresse para reduzir seu impacto. Por exemplo, se um indivíduo vive perto de um aeroporto movimentado, os sons podem não ser percebidos depois de um tempo, enquanto um visitante pode comentar sobre os níveis de ruído. Essa capacidade é limitada e varia de pessoa para pessoa (OXFORD AVIATION ACADEMY, 2018).

Em temperaturas elevadas, quando a temperatura do sangue atinge aproximadamente 41°C (106°F), os sistemas autorreguladores do corpo entram em colapso, iniciando os efeitos do calor extremo. Entre eles, destacam-se a sudorese excessiva, que provoca uma rápida depleção de fluidos e eletrólitos, levando à desidratação. Esse quadro, por sua vez, intensifica o aumento da temperatura corporal, agravando a condição. Os sintomas típicos incluem fadiga, câibras musculares, tontura, aumento acelerado da frequência cardíaca e maior demanda por oxigênio, além de sede intensa, danos celulares — especialmente no cérebro —, insolação e, em casos extremos, coma. Além disso, a adaptação da mente e do corpo a um ambiente quente e úmido costuma levar, em média, duas semanas (FLIN et al., 2008).

O impacto do ruído no desempenho cognitivo varia conforme o estado do indivíduo. Em situações de tédio ou fadiga, um nível moderado de ruído pode aumentar a excitação e melhorar o desempenho. No entanto, quando o ruído se torna excessivo (acima de aproximadamente 80 dB), ele compromete o desempenho, resultando em distração, degradação das informações armazenadas na memória de trabalho — aumentando a carga cognitiva — e um maior número de erros da tripulação. Além disso, no design de avisos sonoros para falhas de sistemas em aeronaves, é essencial garantir que os alertas captem a atenção sem causar susto ou pânico na tripulação (FLIN et al., 2008).

Já em relação à vibração, por fim, essa pode afetar todo o corpo ou partes específicas dele, onde, qualquer vibração causará fadiga, podendo influenciar negativamente o desempenho visual e motor. A frequência da vibração determinará quais partes são afetadas e a magnitude da vibração determinará a gravidade dos sintomas (OXFORD AVIATION ACADEMY, 2018).

## 5 MÉTODO

Este estudo pretende identificar referencial teórico que apresente os efeitos dos fatores sonolência e fadiga mental sobre as funções cognitivas dos pilotos de aeronaves dentro do ambiente operacional em que atuam.

Para a realização deste estudo, foi conduzida uma pesquisa exploratória, que, segundo Gil (2002), busca proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais claro na área abordada. Seu principal objetivo é aprimorar ideias ou descobrir novos *insights*. Além disso, esse tipo de pesquisa se caracteriza por um planejamento altamente flexível, permitindo a consideração de diversos aspectos relacionados às circunstâncias em estudo. Dessa forma, foram realizadas múltiplas comparações e análises entre livros, pesquisas científicas e revisões bibliográficas que tratam do ambiente operacional e rotineiro de um piloto de aeronaves; diferenciam a sonolência da fadiga mental; e demonstram a degradação das funções cognitivas causadas por esses estados.

Para tanto, a pesquisa foi baseada em abordagens de fontes terciárias, que, segundo Pizzani et al. (2012), consiste em índices categorizados de trabalhos de fontes primárias e secundárias. Em complemento, as fontes primárias contemplam trabalhos com conhecimento original e publicado pela primeira vez pelos autores. São as teses universitárias, livros, relatórios técnicos, artigos em revistas científicas, entre outros; e, quanto às fontes secundárias, são os trabalhos não originais e que basicamente citam, revisam e interpretam trabalhos originais. São os artigos de revisão bibliográfica, artigos de divulgação, entre outros (PIZZANI et al., 2012).

Para isso, este estudo teve caráter qualitativo exploratório, com ênfase na coleta de dados por revisão bibliográfica, definida por Gil (2002), como a obtenção de dados através de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Quanto ao caráter exploratório, segundo Gil (2002), essa pesquisa buscou proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e construindo questões para análise:

- Questão 1 (Q1): o estado de sonolência do piloto afeta suas funções cognitivas – como a consciência situacional – gerando erros durante a realização de um voo e afetando a segurança operacional.
- Questão 2 (Q2): o estado de fadiga mental do piloto afeta suas funções cognitivas – como a consciência situacional – gerando erros durante a realização de um voo e afetando a segurança operacional.

O desenvolvimento das respostas destas questões aconteceu por meio da técnica de “Análise de Conteúdo”, a qual conceitua-se como “o processo de categorizar informações textuais qualitativas em aglomerados de entidades similares, ou categorias conceituais, para identificar padrões consistentes e a relação entre as variáveis ou temas” (GIVEN, 2008). Validade e confiabilidade são pontos chave nesta técnica, por isso, diferentes autores devem ser consultados e comparados, uma triangulação metodológica que leva a descobertas positivas, negativas ou contraditórias (GIVEN, 2008).

## 6 ANÁLISE DE DADOS

De maneira geral, através do referencial teórico levantado, foi possível identificar-se que os fatores de sonolência e fadiga mental podem afetar negativamente as funções cognitivas dos pilotos de aeronaves de diversas maneiras, comprometendo suas capacidades de conduzir a operação com segurança e eficiência – visto que a complexidade das operações aéreas requer uma adequada performance e funcionamento cognitivo. De maneira mais aprofundada, as duas questões estruturadas na pesquisa apresentam os possíveis impactos destes dois fatores sobre a consciência situacional de pilotos de aeronaves, fundamentando-se no Quadro 1 apresentado na Seção 3.

### 6.1 A SONOLÊNCIA AFETANDO A CONSCIÊNCIA SITUACIONAL (Q1)

Como visto ao longo deste estudo, o fator sonolência pode ter um impacto significativo na consciência situacional. Conforme atributos mencionados no Quadro 1, isto pode ocorrer, principalmente, dos seguintes modos:

1. **Atenção, Memória e Percepção**: É mais difícil de manter a concentração em uma tarefa ou mesmo manter o foco por longos períodos.
  - **Dificuldade em manter o foco**: Podem ocorrer períodos de distração e dificuldade em manter a atenção em uma única tarefa, propiciando que a mente do piloto se desvie para pensamentos desconexos (GEHRMAN et al., 2009).
  - **Problemas de memória de curto prazo**: A memória de curto prazo ou memória de trabalho, que é responsável por reter informações recentes por um curto período, pode ser prejudicada, resultando em dificuldade em lembrar detalhes imediatos (DURMER; DINGES, 2005).
  - **Dificuldade em interpretar informações sensoriais**: A capacidade de interpretar e dar sentido às informações sensoriais pode ser prejudicada, ocasionando em dificuldade em reconhecer e compreender corretamente os estímulos do ambiente, o que pode levar a uma percepção distorcida ou incompleta da realidade (DONGEN et al., 2003).
2. **Raciocínio, Tomada de Decisão, Planejamento e Organização**: A capacidade de pensar de forma clara e eficiente pode ser comprometida.
  - **Diminuição da capacidade de resolução de problemas**: A fadiga mental resultante da sonolência pode prejudicar a capacidade de resolver problemas complexos, dificultando a aplicação de estratégias lógicas, a consideração de diferentes soluções e a tomada de decisões informadas (PILCHER; HUF CUTT, 1996).
  - **Erros de julgamento**: A diminuição da vigilância e da capacidade de processamento de informações pode levar a conclusões precipitadas, avaliação inadequada de riscos e tomada de decisões inadequadas, aumentando a propensão a cometer erros de julgamento. (ALHOLA; POLO-KANTOLA, 2007).
  - **Dificuldade em estabelecer prioridades**: A falta de clareza mental e a falta de energia podem levar a uma sensação de sobrecarga e a dificuldades para identificar quais tarefas são mais urgentes ou relevantes (PILCHER; HUF CUTT, 1996).

### 6.2 A FADIGA MENTAL AFETANDO A CONSCIÊNCIA SITUACIONAL (Q2)

De acordo com o já exposto, o fator fadiga mental pode ter um impacto significativo na consciência situacional. Conforme atributos mencionados no Quadro 1 da Seção 3, a consciência situacional é impactada, principalmente, dos seguintes modos:

1. **Atenção, Memória e Percepção**: Quando um indivíduo está mentalmente fatigado, a capacidade de se concentrar e processar informações de forma eficiente pode ser comprometida.
  - **Diminuição da flexibilidade da atenção**: A fadiga mental pode resultar em uma diminuição da flexibilidade da atenção, dificultando a alternância entre diferentes tarefas ou o ajuste do foco de acordo com as demandas do momento. A pessoa pode se sentir presa em um único modo de atenção, tornando difícil se adaptar a novos estímulos ou situações (GEHRMAN et al., 2009).
  - **Dificuldade em recuperar informações armazenadas**: A capacidade de recuperar informações armazenadas na memória pode sofrer interferência da fadiga mental, resultando em lapsos de memória, como esquecer restrições operacionais, *callouts* ou outros detalhes importantes em uma operação aérea (LIM; DINGES, 2008).
  - **Distúrbios na percepção do tempo**: A percepção do tempo pode sofrer distorção, ocasionando um sentimento de que o tempo está passando mais devagar ou mais rápido do que realmente está, o que pode interferir na capacidade de julgar a duração de eventos ou estimar o tempo necessário para realizar uma tarefa (HARRISON; HORNE, 2000).
2. **Raciocínio, Tomada de Decisão, Planejamento e Organização**: Quando um indivíduo está mentalmente exausto, o pensamento lógico, a capacidade de tomar decisões e o processamento de informações podem ser comprometidos.
  - **Redução da velocidade de processamento**: O cérebro pode processar informações mais lentamente do que o normal, vindo a resultar em atrasos nas respostas, dificuldade em acompanhar conversas ou leituras e menor fluidez no pensamento. A velocidade de processamento cognitivo refere-se à capacidade de receber, interpretar e responder rapidamente a estímulos e informações relevantes (ÅKERSTEDT, 1988).

- **Dificuldade em considerar diferentes perspectivas**: A abordagem de pensamento tem uma tendência a ficar mais limitada, acarretando dificuldades em considerar diferentes perspectivas e abordar o problema de maneiras criativas. Isso pode restringir as opções de solução e levar a soluções menos eficientes e inseguras (ALHOLA; POLO-KANTOLA, 2007).
- **Falta de criatividade e flexibilidade mental**: O pensamento criativo e a forma de encontrar soluções inovadoras para problemas podem ficar limitados, conduzindo a padrões de pensamento menos eficientes, dificuldade em gerar novas ideias ou em adaptar uma abordagem em situações de mudança (ALHOLA; POLO-KANTOLA, 2007).
- **Dificuldade em criar modelos mentais detalhados**: A capacidade de criar modelos mentais detalhados e estratégias eficazes podem ficar distorcidos, ocasionando problemas em dividir tarefas complexas em etapas menores, estabelecer prazos realistas e identificar os recursos necessários para realizar essas tarefas. Modelos mentais detalhados desempenham um papel fundamental no planejamento e na execução de um voo seguro e eficiente (GEHRMAN et al., 2009).

## 7 CONCLUSÕES

A problemática geral em relação aos fatores de sonolência e fadiga mental sobre as funções cognitivas dos pilotos de aeronaves é uma questão de grande importância na aviação. A sonolência e a fadiga mental podem ter impactos significativos nas habilidades cognitivas e no desempenho dos pilotos, potencialmente comprometendo a segurança e a eficiência das operações aéreas.

Este estudo trouxe fatores que chamam a atenção para a importância de abordar adequadamente a sonolência e a fadiga mental na aviação. Deste modo, embora tanto a sonolência quanto a fadiga mental possam afetar a consciência situacional e possuam diversas consequências semelhantes para a cognição, existem diferenças importantes entre elas em termos de como impactam este aspecto:

- A sonolência, em resumo, tende a afetar a consciência situacional de uma pessoa de forma mais direta. Quando se está sonolento, o estado de alerta diminui, e pode-se ter dificuldade em manter uma consciência clara e precisa do ambiente ao redor. Isso pode resultar em uma diminuição da percepção de estímulos externos, menor capacidade de processar informações relevantes e uma sensação de desconexão com a realidade imediata. A consciência situacional estando prejudicada, pode aumentar o risco de erros nos diversos âmbitos cognitivos anteriormente mencionados (atenção, memória, percepção, raciocínio, tomada de decisão, planejamento e organização, resolução de problemas, entre outros).
- Já sobre a fadiga mental, em resumo, ela pode afetar a consciência situacional de forma mais indireta, principalmente devido aos efeitos que tem na atenção e no processamento de informações. Quando se está mentalmente fatigado, a capacidade de se concentrar e processar informações de maneira eficiente pode ser comprometida, resultando em uma consciência situacional diminuída, onde o indivíduo pode ter dificuldade em manter um senso claro e abrangente do contexto, bem como uma compreensão completa das informações relevantes.

Assim, a sonolência e a fadiga mental não são mutuamente exclusivas e podem ocorrer simultaneamente, agravando ainda mais os efeitos na consciência situacional. Ambas as condições podem comprometer a capacidade de perceber, processar e interpretar corretamente as informações do ambiente, bem como influenciar negativamente a tomada de decisões e a execução de tarefas.

Deste modo, para lidar com esses desafios, como a literatura do assunto sugere, é fundamental priorizar o descanso adequado e o sono de qualidade. No entanto, no âmbito da fadiga mental parece interessante adotar estratégias, como: técnicas de relaxamento e estabelecer limites saudáveis de trabalho. Manter a consciência da própria condição de sonolência ou fadiga mental e buscar ajuda ou apoio quando necessário também são medidas importantes para preservar a consciência situacional e, portanto, a segurança operacional.

Assim, ressalte-se que, mesmo que a sonolência possa contribuir para a fadiga mental, nem toda fadiga mental é causada pela sonolência. A fadiga mental pode ser resultado de diversos fatores, como trabalho mental intenso, estresse emocional, falta de motivação ou até mesmo condições médicas subjacentes. Por fim, ao se diferenciar e abordar de maneira ampla a sonolência e a fadiga mental, buscando as estratégias adequadas para gerenciar e recuperar-se da fadiga mental, se desenvolve diversos âmbitos de pesquisa mais específicos sobre como conduzir meios para mitigar que tais consequências se demonstrem presentes no dia a dia dos tripulantes, favorecendo a segurança operacional no setor aéreo.

Assim sendo, este artigo científico buscou contribuir para o avanço do conhecimento geral sobre os efeitos da sonolência e fadiga mental nas funções cognitivas dos pilotos de aeronaves. Vale ressaltar que este estudo não objetivou a análise dos fatores sistêmicos do gerenciamento de fadiga humana – como políticas, regulamentações vigentes, procedimentos e treinamentos utilizados – para minimizar os riscos associados à sonolência e fadiga mental em pilotos de aeronaves.

## REFERÊNCIAS

- ÅKERSTEDT, T. *Consensus statement: fatigue and accidents in transportation operations*. Journal of Sleep Research, 2000. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11123524/>
- ÅKERSTEDT, T. *Sleepiness as a consequence of shift work*. Sleep, 1988. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3283910/>
- ALHOLA, P.; POLO-KANTOLA, P. *Sleep deprivation: Impact on cognitive performance*. Neuropsychiatric Disease and Treatment, 2007. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2656292/>
- ALJURF, T.; OLAISH, A.; BAHAMMAM, A. *Assessment of sleepiness, fatigue, and depression among gulf cooperation council commercial airline pilots*. Sleep Breath, 2018. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11325-017-1565-7>
- ARENDT, J. *Melatonin and human rhythms*. Chronobiology International, 2006. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16687277/>
- BALKIN, T.; WESENSTEN, N. *Differentiation of sleepiness and mental fatigue effects: Cognitive Fatigue: Multidisciplinary Perspectives on Current Research and Future Applications*. Edição por: Ackerman P. American Psychological Association, 2011. [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Cognitive+Fatigue:+Multidisciplinary+Perspectives+on+Current+Research+and+Future+Applications.&author=T.+J.+Balkin&author=N.+J.+Wesensten&publication\\_year=2011&](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Cognitive+Fatigue:+Multidisciplinary+Perspectives+on+Current+Research+and+Future+Applications.&author=T.+J.+Balkin&author=N.+J.+Wesensten&publication_year=2011&)
- BANDARET, I.; STOKES, J.; FRANSCESCONI, R.; KOWAL, D.; NAITHOW, P. *Artillery teams in simulated sustained combat: performance and other measures: Biological Rhythms, Sleep and Shift Work*. Edição por: Johnson, L. Tepas, D. Colquhoun, W. Pergamon Press, 1981. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA956133>
- BARBOZA, J.; MORAES, R.; PEREIRA, E.; REIMÃO, E. *Avaliação do padrão de sono dos profissionais de Enfermagem dos plantões noturnos em Unidades de Terapia Intensiva*. Einstein (São Paulo), 2008. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-516945>
- BELLAND, K.; BISSELL, C. *A subjective study of fatigue during navy flight operations over southern Iraq: operation southern watch*. Aviation, Space and Environmental Medicine, 1994. <https://psycnet.apa.org/record/1994-43365-001>
- BERNHARDT, K.; KELLEY, A.; FELTMAN, K.; CURRY, I. *Rest and activity patterns of Army aviators in routine and operational training environments*. Aerospace Medicine and Human Performance, 2019. <https://www.ingentaconnect.com/content/asma/amhp/2019/00000090/00000001/art00011>
- BOY, G. *Cognitive Function Analysis for Human-Centered Automation of Safety-Critical Systems*. European Institute of Cognitive Sciences and Engineering (EURISCO), 1998. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/274644.274682>
- BROWN, I.; TICKNER, A.; SIMMONDS, C. *Effects of prolonged driving on overtaking criteria*. Ergonomics, 1970. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5432365/>
- CALDWELL, JOHN A. *Fatigue in the aviation environment: An overview of the causes and effects as well as recommended countermeasures*. Aviation Space and Environmental Medicine, 1997. <https://europepmc.org/article/med/9327120>
- CALDWELL, JOHN A.; GILREATH, S. ERICKSON, B. *A survey of aircrew fatigue in a sample of army aviation personnel*. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 2002. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12014607/>
- CALDWELL, JOHN A.; CALDWELL, J. LYNN. *Fatigue in Aviation*. Routledge, 2003.
- CAFFARRA, P.; VEZZAINI, G.; DIECI, F.; ZONATO, F.; VENNERI, A. *Una versione abbreviata del test di Stroop: dati normativi nella popolazione italiana*. Nuova Rivista di Neurologia, 2002. <https://moh-it.pure.elsevier.com/en/publications/a-short-version-of-the-stroop-test-normative-data-in-an-italian-p>
- CHAUDHURI, A.; BEHAN, P. *Fatigue and basal ganglia*. Journal of the Neurological Sciences, 2000. [https://www.jns-journal.com/article/S0022-510X\(00\)00411-1/pdf](https://www.jns-journal.com/article/S0022-510X(00)00411-1/pdf)
- COREN, S. *Sleep Thieves: an eye-opening exploration into the science and mysteries of sleep*. Free Press, 1996. <https://cmc.marmot.org/Record/.b10707025>
- COSTA, A.; ROTENBERG, L.; GRIEP, R.; FISCHER, F. *Cochilos durante o trabalho noturno em equipes de enfermagem: Possíveis benefícios à saúde dos 152 trabalhadores*. Escola Anna Nery Revista de Enfermagem, 2015. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13096>
- DAWSON, D.; REID, K. *Fatigue, alcohol and performance impairment*. Nature, 1997. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9230429/>
- DEMYTTENAERE, K.; DE FRUYT, J.; STAHL, S. *The many faces of fatigue in major depressive disorder*. International Journal of Neuropsychopharmacology, 2005. <https://psycnet.apa.org/record/2005-03606-011>
- DONGEN, H.; MAISLIN, G.; MULLINGTON, J.; DINGES, D. *The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation*. Sleep, 2003. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12683469/>
- DRURY D.; FERGUSON S.; THOMAS, M. *Restricted sleep and negative affective states in commercial pilots during short haul operations*. Accident Analysis & Prevention, 2012. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511002685?casa\\_token=Ui8-iyfXnjkAAAAA:rzbVX5pyrV5\\_U91tcFYI7AqqaOGw3Rw2LeirxAIEO9yMwI8yIo8IksnW9fzWUjuzPxOrPG9hQ](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511002685?casa_token=Ui8-iyfXnjkAAAAA:rzbVX5pyrV5_U91tcFYI7AqqaOGw3Rw2LeirxAIEO9yMwI8yIo8IksnW9fzWUjuzPxOrPG9hQ)

- DURMER, J.; DINGES, D. *Neurocognitive consequences of sleep deprivation*. Semin Neurol., 2005. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15798944/>
- ENDSLEY, M. *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems*. Human Factors, 1995. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1518/001872095779049543>
- EVERSON, C.; BERGMANN, B.; RECHTSCHAFFEN, A. *Sleep deprivation in the rat: III. total sleep deprivation*, Sleep, 1989. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2928622/>
- EYSENCK, M.; KEANE, M. T. *Cognitive Psychology: A Student's Handbook*. Psychology Press, 2005.
- FLIN, R.; O'CONNOR, P.; CRICHTON, M. *Safety at the Sharp end: a Guide to non-technical Skills*. CRC Press, 2008.
- GANDER, P.; SIGNAL, L. *Who is too old for shift work? Developing better criteria*. Chronobiology International, 2009. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07420520802077556>
- GANDER, P.; ROSEKIND, M.; GREGORY, K. *Flight crew fatigue VI: a synthesis*. Aviation Space and Environmental Medicine, 1998. <https://europepmc.org/article/med/9749940>
- GAWRON, V.; FRENCH, J.; FUNKE, D. *An overview of fatigue*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2001. <https://psycnet.apa.org/record/2000-14014-027>
- GIL, A. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. Atlas, 4ª Edição, 2002.
- GIVEN, L. *The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods*. SAGE, 2008.
- GOEL, N.; BASNER, M.; RAO, H.; DINGES, D. *Circadian rhythms, sleep deprivation, and human performance*. Progress in Molecular Biology and Translational Science, 2013. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123969712000075>
- GRAIG, A.; COOPER, R. *Symptoms of acute and chronic fatigue: Handbook of human performance: State and trait*. In: A. P. Smith. D. M. Jones. Academic Press, 1992.
- HARRISON, Y.; HORNE, J. *The impact of sleep deprivation on decision making: a review*. Journal of Experimental Psychology: Applied, 2000. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11014055/>
- HAWKINS, F.; ORLADY, H. *Human Factors in Flight*. Routledge, 1987. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781351218580/human-factors-flight-frank-hawkins-harry-orlady>
- HEALEY, A.; SEVDALIS, N.; VINCENT, C. *Measuring intra-operative interference from distraction and interruption observed in the operating theatre*. Ergonomics, 2006. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140130600568899?journalCode=terg20>
- HELMREICH, R.; MERRITT, A. *Culture at Work in Aviation and Medicine*. Aldershot, 1998. <https://www.semanticscholar.org/paper/Culture-at-Work-in-Aviation-and-Medicine%3A-National%2C-Helmreich-Merritt/b965ea35d03ca5ed3042066360800ce412ce2801>
- HIRSHKOWITZ, M.; WHITON, K.; ALBERT, S.; ALESSI, C.; BRUNI, O.; DONCARLOS, L. et al. *National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations: final report*. Sleep Health, 2015. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352721815001606?casa\\_token=dS-3r-jszEgAAAAA:xRtSmp-72sGOpe\\_iHvQYpXSsLlUk0ANspBUjqDrSv\\_hzdj5IUDYjokg-SJEcnSJ3oNO9I5mz9MA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352721815001606?casa_token=dS-3r-jszEgAAAAA:xRtSmp-72sGOpe_iHvQYpXSsLlUk0ANspBUjqDrSv_hzdj5IUDYjokg-SJEcnSJ3oNO9I5mz9MA)
- HORNE, J. *Sleep loss and "divergent" thinking ability*. Sleep, 1988. <http://europepmc.org/article/MED/3238256>
- HORNE, J. *Human sleep, sleep loss and behaviour: implications for the prefrontal cortex and psychiatric disorder*. British Journal of Psychiatry, 1993. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8453439/>
- HU, X.; LODEWIJKS, G. *Detecting fatigue in car drivers and aircraft pilots by using non-invasive measures: The value of differentiation of sleepiness and mental fatigue*. Journal of Safety Research, 2020. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437519306735?casa\\_token=BOrXwnpehnIAAAAA:DwhiDPTQmSS4Rpfl0J-jVWafKB9lFiX6Auh\\_DMbUwMu53TCdCkFTUsriRfJ7g-KgfQqsXhi6zg](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437519306735?casa_token=BOrXwnpehnIAAAAA:DwhiDPTQmSS4Rpfl0J-jVWafKB9lFiX6Auh_DMbUwMu53TCdCkFTUsriRfJ7g-KgfQqsXhi6zg)
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). *Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches (Doc 9966)*. ICAO, 2020.
- JACKSON, C.; EARL, L. *Prevalence of fatigue among commercial pilots*. Occupational Medicine, 2006. <https://academic.oup.com/occmed/article/56/4/263/1540971>
- KELLEY, A. FELTMAN, K. CURRY, I. *A survey of fatigue in army aviators*. Aerospace Medicine and Human Performance, 2018. <https://www.ingentaconnect.com/content/asma/amhp/2018/00000089/00000005/art00009>
- KELLY, D.; EFTHYMIU, M. *An analysis of human factors in fifty controlled flight into terrain aviation accidents from 2007 to 2017*. Journal of Safety Research, 2019. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437518308405?casa\\_token=sU5woM5xo18AAAAA:m9vJzzDoPwGAVkk7cc54RoPorOIoGllXGw3cpG5g0Vlj-u31fjg8wwISZn0h3aG8nRiS7i9lBA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437518308405?casa_token=sU5woM5xo18AAAAA:m9vJzzDoPwGAVkk7cc54RoPorOIoGllXGw3cpG5g0Vlj-u31fjg8wwISZn0h3aG8nRiS7i9lBA)
- KIRSCH, A. *Report on the statistical methods employed by the U.S. FAA and its cost benefit analysis of the proposed 'flight crewmember duty period limitations, flight time limitations and rest requirements'*. FAA Docket Number 28081, Appendix D, 1996.

- KRUEGER, G. *Sustained work, fatigue, sleep loss and performance: a review of the issues*. Work and Stress, 1989. [https://www.researchgate.net/publication/247510793 Sustained Work Fatigue Sleep Loss and Performance A Review of the Issues](https://www.researchgate.net/publication/247510793_Sustained_Work_Fatigue_Sleep_Loss_and_Performance_A_Review_of_the_Issues)
- LEZAK, M. *Neuropsychological Assessment*. Oxford University Press, 1995.
- LIM, J.; DINGES, D. *Sleep deprivation and vigilant attention*. Academy of Sciences, 2008. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18591490/>
- LORIST, M.; FABER, L. *Consideration of the Influence of Mental Fatigue on Controlled and Automatic Cognitive Processes and Related Neuromodulatory Effects: Cognitive Fatigue: Multidisciplinary Perspectives on Current Research and Future Applications*. Edição por: Ackerman P. American Psychological Association, 2011.
- MAAS, J. *Power Sleep: The Revolutionary Program that Prepares Your Mind for Peak Performance*. Villard, 1998.
- MACKIE, R.; MILLER, J. *Effects of hours of service, regularity of schedules, and cargo loading on truck and bus driver fatigue*. Human Factors Research, 1978. [https://www.researchgate.net/publication/261436757 Effects of Hours of Service Regularity of Schedules and Cargo Loading on Truck and Bus Driver Fatigue](https://www.researchgate.net/publication/261436757_Effects_of_Hours_of_Service_Regularity_of_Schedules_and_Cargo_Loading_on_Truck_and_Bus_Driver_Fatigue)
- MARSCH, S.; TSCHAN, F.; SEMMER, N.; SPYCHIGER, M.; BREUER, M.; HUNZIKER, P. *Unnecessary interruptions of cardiac massage during simulated cardiac arrests*. European Journal of Anesthesiology, 2005. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16225716/>
- MASLACH, C.; SCHAUFELI, W.; LEITER, M. *Job burnout*. Annual Review of Psychology, 2001. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.52.1.397>
- MCMAHON, T.; NEWMAN, D. *The differential effect of sustained operations on psychomotor skills of helicopter pilots*. Aerospace Medicine and Human Performance, 2018. <https://www.ingentaconnect.com/content/asma/amhp/2018/00000089/00000006/art00003>
- OXFORD AVIATION ACADEMY. *Human Performance & Limitations*. CAE Oxford Aviation Academy, 2018. [https://books.google.com.br/books/about/Human\\_Performance\\_and\\_Limitations.html?id=fZ37rQEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Human_Performance_and_Limitations.html?id=fZ37rQEACAAJ&redir_esc=y)
- PETRILLI, R.; THOMAS, M.; DAWSON, D.; ROACH, G. *The Decision making of Commercial Airline Crews Following an International Pattern*. Paper Presented at the 7th International Australian Aviation Psychology Symposium, 2006. [https://www.researchgate.net/publication/259010643 The decision-making of commercial airline crews following an international pattern](https://www.researchgate.net/publication/259010643_The_decision-making_of_commercial_airline_crews_following_an_international_pattern)
- PILCHER, J.; HUF CUTT, A. *Effects of sleep deprivation on performance: a meta-analysis*. Sleep, 1996. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8776790/>
- PIZZANI, L.; SILVA, R.; BELLO, S.; HAYASHI, M. *A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento*. UNICAMP, 2012. <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896>
- RABINOWITZ, Y.; BREITBACH, J.; WARNER, C. *Managing aviator fatigue in a deployed environment: the relationship between fatigue and neurocognitive functioning*. Military Medicine, 2009. <https://academic.oup.com/milmed/article/174/4/358/4333793>
- RAMSEY, C.; MCGLOHN, S. *Zolpidem as a fatigue counter measure*. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 1997. <https://psycnet.apa.org/record/1997-43091-006>
- REIS, C.; MESTRE, C.; CANHAO, H.; GRADWELL, D.; PAIVA, T. *Sleep complaints and fatigue of airline pilots*. Sleep Science, 2016. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1984006316300220>
- ROSEKIND, M.; SMITH, R.; MILLER, D.; GREGORY, K.; WEBBON, L.; GANDER, P.; LEBACQZ, J. *Alertness management: Strategic naps in operational settings*. Journal of Sleep Research, 1995. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10607214/>
- SAMEL, A.; VEJVODA, M.; MAASS, H. *Sleep deficit and stress hormones in helicopter pilots on 7-day duty for emergency medical services*. Aviation, Space and Environmental Medicine, 2004. <https://www.ingentaconnect.com/content/asma/ase/2004/00000075/00000011/art00001>
- SHRESTHA, L.; PRINCE, C.; BAKER, D.; SALAS, E. *Understanding situation awareness: concepts, methods, training*. Human Technology Interactions in Complex Systems, 1995. <https://www.air.org/resource/report/understanding-situational-awareness-concepts-methods-and-training>
- SILVA, A.; SARDINHA, L.; LEMOS, V. *Relações entre privação do sono, ritmo circadiano e funções cognitivas em trabalhadores por turnos*. Revista Diálogos Interdisciplinares: Saúde e Sociedade III, 2019. <https://revistas.brazcubas.br/index.php/dialogos/article/view/838>
- SOUZA, Â. *Estado emocional e qualidade do sono em profissionais de enfermagem nos turnos hospitalares*. 2019. Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2019. <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/27144>
- SULLENBERGER. *Capt. Sully Exclusive: Airline Industry Must Take Care of Tired Pilots*. ABC News, 2011. <https://abcnews.go.com/Blotter/chesley-sully-sullenberger-miracle-hudson-pilot-airline-industry/story?id=12877028#:~:text=%22The%20interesting%20thing%20about%20fatigue,fatigue%20affects%20a%20pi lot's%20judgment>

- TVARYANAS, A.; THOMPSON, W. *Fatigue in military aviation shift workers: survey results for selected occupational groups*. Aviation, Space and Environmental Medicine, 2006. <https://www.ingentaconnect.com/content/asma/ asem/2006/00000077/00000011/art00012>
- VALDEZ, P. *Circadian rhythms in attention*. Yale Journal of Biology and Medicine, 2019. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6430172/>
- VAN DER LINDEN, DIMITRI. *The Urge to Stop: The Cognitive and Biological Nature of Acute Mental Fatigue: Cognitive Fatigue: Multidisciplinary Perspectives on Current Research and Future Applications*. Edição por: Ackerman P. American Psychological Association, 2011. <https://psycnet.apa.org/search>
- WALKER, M. *Why We Sleep*. Scribner Book Company, 2018.
- WHITMORE, J.; FISHER, S. *Speech during sustained operations*. Speech Communication, 1996. <https://psycnet.apa.org/record/1997-04210-004>
- WILLIAMSON, A.; LOMBARDI, D.; FOLKARD, S.; STUTTS, J.; COURTNEY, T.; CONNOR, J. *The link between fatigue and safety*. Accident Analysis & Prevention, 2011. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457509003121?casa\\_token=06EhCg8gGtgAAAAA:dYdyawvjfxlQdPmCmG0pz6tVhrboTedzuW nFu5zxWQ8WV22dfJETgzquesc2Msy-R nYZtGuQ](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457509003121?casa_token=06EhCg8gGtgAAAAA:dYdyawvjfxlQdPmCmG0pz6tVhrboTedzuW nFu5zxWQ8WV22dfJETgzquesc2Msy-R nYZtGuQ)
- WINGELAAR-JAGT, Y.; WINGELAAR, T.; RIEDEL, W.; RAMAEKERS, J. *Fatigue in Aviation: Safety Risks, Preventive Strategies and Pharmacological Interventions*. Frontiers in Physiology, 2021. [https://www.researchgate.net/publication/354415735\\_Fatigue\\_in\\_Aviation\\_Safety\\_Risks\\_Preventive\\_Strategies\\_and\\_Pharmacological\\_Interventions](https://www.researchgate.net/publication/354415735_Fatigue_in_Aviation_Safety_Risks_Preventive_Strategies_and_Pharmacological_Interventions)