

Qualidade do sono e sua influência no desempenho em voo de cadetes aviadores da FAB: estudo observacional.

Daniel do Prado Ferreira Pinto  0009-0004-5357-9164

Hospital de Aeronáutica de Manaus, Manaus, AM, Brasil.

Adriano Percival Calderaro Calvo  0000-0003-3307-4252

Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Paula Morisco de Sá  0000-0002-7812-1895

Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

A qualidade do sono pode impactar as funções cognitivas do ser humano, e essas alterações se traduzem em desvantagens no desempenho competitivo, com aumento do tempo de reação humano. Assim, o objetivo desta investigação foi comparar a qualidade do sono dos cadetes do 2º e do 4º anos do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAV) da Academia da Força Aérea (AFA), bem como verificar as associações entre a qualidade do sono e o desempenho em voo. Um total de 110 cadetes do 2º ano e 92 do 4º ano do CFOAV-2024 participaram da pesquisa. Como instrumentos de avaliação do sono, foram utilizados o questionário de autoavaliação da qualidade do sono e o questionário de sonolência de Epworth. Para avaliação do desempenho, foram analisadas as notas acadêmicas de prática de voo. Os resultados indicaram níveis de sonolência diurna mais elevados entre os cadetes do 2º ano, bem como deterioração da qualidade do sono em relação aos cadetes do 4º ano. Mais de 60% dos alunos do 2º ano apresentaram nível de sonolência categorizado como “excessiva grave”. A queda no desempenho em voo foi associada à presença de sono inadequado entre os cadetes do 2º ano, com alteração significativa e tamanho de efeito variando de moderado a forte. Ajustes na dieta, no padrão de treinamento físico, bem como medidas que garantam um tempo mínimo de sono, são sugeridos como alternativas para melhorar a qualidade do sono e aumentara tolerância à privação do sono.

Palavras-chave: Sono inadequado; Aviadores; Desempenho laboral.

Sleep quality and its influence on the flight performance of FAB aviator cadets: observational study.

ABSTRACT

The quality of sleep can impact human cognitive functions, and these changes translate into a disadvantage in competitive performance, with an increase in human reaction time. Thus, the objective of this investigation was to compare the quality of sleep of cadets in the 2nd and 4th years of the Aviation Officer Training Course (CFOAV) at the Air Force Academy (AFA), as well as verify the associations between sleep quality and flight performance. A total of 110 2nd year and 92 4th year cadets from CFOAV-2024 participated in the research. The sleep quality self-assessment questionnaire and the Epworth sleepiness questionnaire were used as sleep assessment instruments. To evaluate performance, academic flight practice grades were analyzed. As a result, we observed higher levels of daytime sleepiness in 2nd year cadets, as well as a deterioration in sleep quality, compared to 4th year cadets. More than 60% of 2nd year students have a level of sleepiness categorized as “excessively severe”. The drop in flight performance was associated with the presence of inadequate sleep for 2nd year cadets, with a significant change and a moderate to strong effect size. Adjustments to the diet, physical training pattern, as well as measures to ensure minimum sleep time, are suggested as alternatives to improving sleep quality and increasing tolerance to sleep deprivation.

Keywords: Sleep deprivation; Pilots; Work performance.

Calidad del sueño y su influencia en el desempeño de vuelo de cadetes aviadores de la FAB: estudio observacional.

RESUMEN

La calidad del sueño puede impactar las funciones cognitivas humanas y estos cambios se traducen en una desventaja en el desempeño competitivo, con un aumento del tiempo de reacción humana. Así, el objetivo de esta investigación fue comparar la calidad del sueño de cadetes de 2º y 4º año del Curso de Formación de Oficiales de Aviación (CFOAV) de la Academia de la Fuerza Aérea (AFA), así como verificar las asociaciones entre la calidad del sueño y rendimiento del vuelo. En la investigación participaron un total de 110 cadetes de 2º año y 92 cadetes de 4º año del CFOAV-2024. Como instrumentos de evaluación del sueño se utilizaron el cuestionario de autoevaluación de la calidad del sueño y el cuestionario de somnolencia de Epworth. Para evaluar el desempeño se analizaron notas académicas de prácticas de vuelo. Como resultado, observamos niveles más altos de somnolencia diurna en los cadetes de 2º año, así como un deterioro en la calidad del sueño, en comparación con los cadetes de 4º año. Más del 60% de los alumnos de 2º año presentan un nivel de somnolencia catalogado como “excesivamente severo”. La caída en el rendimiento de vuelo se asoció con la presencia de un sueño inadecuado en los cadetes de segundo año, con un cambio significativo y un tamaño del efecto de moderado a fuerte. Se sugieren ajustes en la dieta, el patrón de entrenamiento físico, así como medidas para garantizar un tiempo mínimo de sueño, como alternativas para mejorar la calidad del sueño y aumentar la tolerancia a la falta de sueño.

Palabras clave: Privación de sueño; Pilotos; Rendimiento laboral.



1 INTRODUÇÃO

Alcançar a excelência na aviação militar é um objetivo que demanda esforço contínuo. Ao contrário das aeronaves, os seres humanos são moldados por fatores biopsicossociais complexos. As atitudes humanas são tomadas de forma espontânea e não podem ser previstas quando se analisam os fatores de maneira isolada (Macklem, 2008).

A complexidade das informações que interagem para a condução de uma ação não é facilmente explicada pelos modelos biomédicos de análise, o que está em consonância com a crescente necessidade de compreender o funcionamento do corpo como um todo — especialmente os processos que levam à tomada de decisão (Tuvblad *et al.*, 2013).

Na literatura, alguns estudos descrevem a influência de fatores psicossociais sobre o desempenho em atividades físicas, no trabalho, bem como em ações operacionais (Andrade *et al.*, 2016; Demerouti *et al.*, 2019). Entre os fatores estudados, a qualidade do sono (Cook; Charest, 2023), seja em caráter crônico ou agudo, pode impactar as funções cognitivas do ser humano (Goel *et al.*, 2009). Esses dados indicam um risco aumentado de deterioração do desempenho de funções laborais, como dirigir, operar máquinas pesadas ou mesmo, conforme evidenciado por Caldwell *et al.* (2005), pilotar aeronaves militares.

É possível que uma melhor compreensão dos perfis de sono entre os pilotos da Força Aérea Brasileira (FAB) possa representar uma forma de entender os fatores que influenciam o desempenho em voo. Dessa forma, estratégias para melhorar a qualidade do sono poderiam ser desenvolvidas.

O objetivo deste trabalho foi comparar a qualidade do sono dos cadetes do 2º e do 4º anos do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAV) da Academia da Força Aérea (AFA), bem como verificar as associações entre a qualidade do sono e o desempenho em voo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A formação do piloto militar da FAB

Aqueles que desejam ser pilotos da FAB têm um longo caminho a percorrer, sendo a AFA, localizada em Pirassununga (SP), onde é realizado o CFOAV, a porta de entrada para esse público (Brasil, 2017).

O CFOAV tem duração de quatro anos e funciona em regime de internato. Entre as habilidades desejáveis para um piloto em formação estão o aprimoramento acadêmico e físico, a aptidão psicológica, além de conhecimentos em ciências aeronáuticas. As instruções práticas ocorrem apenas no segundo e no quarto anos, sendo as aeronaves utilizadas o T-25 e o T-27, respectivamente (Brasil, 2017).

2.2 A influência do sono no desempenho humano

Fatores biopsicossociais são responsáveis por influenciar o dia a dia de todo ser humano e, há tempos, chamam a atenção dos pesquisadores (Engel, 1977). A quantidade desses fatores



é tão grande quanto a diversidade entre os indivíduos. O sono está entre os fatores mais estudados e, cada vez mais, têm sido encontrados resultados que evidenciam seus impactos no desempenho, seja acadêmico, laboral, esportivo ou operacional (Andrade *et al.*, 2016; Caldwell; Caldwell Darlington, 2003; Caldwell Leduc, 1998; Goel *et al.*, 2009).

O sono, definido como um estado comportamental reversível de desligamento perceptual e falta de resposta ao ambiente, é de grande importância para a consolidação da aprendizagem humana (Carskadon e Dement, 2005). Em média, um adulto necessita de sete a oito horas diárias de sono para garantir corpo e mente saudáveis, podendo haver variações individuais (Chaput, Dutil e Sampasa-Kanyinga, 2018). Quando a quantidade de horas dormidas por dia cai abaixo de um número crítico, que varia de pessoa para pessoa, surgem consequências neurocognitivas importantes e, possivelmente, o desenvolvimento de doenças ou a queda de desempenho (Durmer e Dinges, 2005).

Uma revisão da literatura publicada em 2023 mostra a influência da má qualidade do sono no desempenho de atletas profissionais (Cook e Charest, 2023). Essa influência ocorre de forma indireta, como consequência de treinamentos ineficientes, aumento do número de lesões ou comprometimento da saúde mental. Até mesmo uma única noite mal dormida pode ter impacto negativo, por meio do comprometimento imediato das funções cognitivas, psicológicas e físicas (Charest e Grandner, 2022). Essas alterações resultam em uma desvantagem no desempenho competitivo, com aumento do tempo de reação, maior labilidade emocional, além da diminuição da acurácia e da força muscular (Vitale *et al.*, 2019).

A privação de sono tem relação direta com o número de sintomas psicóticos apresentados pelo ser humano. Distorções perceptivas, ansiedade, irritabilidade e desorientação temporal surgem após 24 horas sem dormir. Alucinações complexas e pensamento desorganizado aparecem após 48 horas, enquanto delírios tendem a surgir após 72 horas, configurando um quadro clínico semelhante ao de psicose aguda ou delírio por intoxicação (Waters *et al.*, 2018).

Um estudo prévio identificou um biomarcador associado à tolerância à privação de sono, visível por meio de exames de Ressonância Magnética Funcional (f-RNM). Indivíduos com a presença desse biomarcador — caracterizado por maior atividade cerebral global — apresentaram menor prejuízo em suas funções cognitivas, mesmo após 37 horas sem dormir (Caldwell *et al.*, 2005). Os testes foram realizados em um simulador de voo do F-117, uma aeronave de caça-bombardeiro, configurado para condições noturnas, com visibilidade zero e piloto automático desativado, exigindo a pilotagem manual completa do participante. Nessas condições, foi analisada a vulnerabilidade à fadiga e à privação de sono dos pilotos avaliados. Além disso, o estudo destaca que pilotos de caça F-117 tendem a ser mais resistentes à privação de sono do que o grupo de não pilotos (Caldwell *et al.*, 2005).

Pesquisas realizadas com militares dos Estados Unidos apontam a necessidade de oferecer educação aos seus combatentes sobre as consequências dos maus hábitos de sono para a saúde e sugerem medidas de apoio para garantir um sono de qualidade (Lentino *et al.*, 2013). Nessa mesma população, foi reconhecida a importância do sono mesmo durante operações militares, na medida do possível e de acordo com o contexto de cada operação (Wesensten; Bakin, 2013).



Atualmente, a polissonografia assistida ainda é considerada o padrão-ouro para o diagnóstico das doenças do sono. Contudo, é um exame de custo elevado e de difícil acesso fora dos grandes centros urbanos (Rundo; Downey, 2019). Como estratégia para essa questão, estão descritos na literatura diversos instrumentos de análise subjetiva válidos. Eles podem contribuir para uma melhor compreensão dos efeitos da má qualidade do sono e de suas consequências entre diferentes populações (Bertolazi *et al.*, 2009; Mondal *et al.*, 2013).

O questionário de Sonolência de Epworth (*Epworth Sleepiness Scale* - ESS) avalia as possíveis consequências da má qualidade do sono, com foco na sensação de sonolência do avaliado diante de atividades cotidianas, como dirigir um veículo, conversar com outra pessoa ou assistir a uma aula (Mondal *et al.*, 2013). Esse instrumento já foi validado para a população brasileira e tem o intuito de quantificar a propensão a adormecer durante oito situações rotineiras (Bertolazi *et al.*, 2009).

Avaliações sobre a qualidade do sono como recordatório dos últimos dias prévios à avaliação também são descritas na literatura, por meio de perguntas simples, já utilizadas em pesquisas com atletas brasileiros (Andrade *et al.*, 2016; Brandt; Bevilacqua; Andrade, 2017; Ortiz *et al.*, 2021).

2.3 O desempenho humano operacional na pilotagem de aeronaves militares da Força Aérea Brasileira

Ao longo dos anos, diferentes técnicas têm sido utilizadas para monitorar e avaliar o desempenho de voo de pilotos, tanto civis quanto militares. A complexidade das tarefas que um piloto precisa realizar durante o voo torna difícil desenvolver uma escala global única para a avaliação de desempenho (Steinman *et al.*, 2019).

Grande parte dos estudos estabelece parâmetros básicos para a análise das tarefas de voo, como a manutenção da altitude, da velocidade indicada e da direção da aeronave. Dessa forma, quanto maior o desvio em relação aos parâmetros estabelecidos para o voo a ser cumprido, menor é a nota atribuída ao desempenho do piloto (Mumenthaler *et al.*, 2003; Peacock *et al.*, 2017). Outros estudos, por sua vez, utilizam dados menos convencionais, mas considerados relevantes para o desempenho — principalmente na pilotagem de caças — como a força de preensão do manche, a destreza e o tempo de reação (Li *et al.*, 2015).

Bromfield *et al.* (2023), em uma avaliação mais completa sobre o desempenho do aviador, analisaram 51 variáveis em quatro cenários distintos: decolagem, aproximação padrão, descida e falha no motor após a decolagem. As principais variáveis consideradas foram a velocidade indicada, o ângulo de ataque e a altura da aeronave. Outro estudo, relacionado à aviação comercial de transporte, utilizou examinadores posicionados atrás do piloto avaliado, além do teste protocolar exigido pela Administração Federal de Aviação dos Estados Unidos (FAA) para a obtenção de certificados de piloto, no qual são avaliados 17 itens (CAO *et al.*, 2019).

Na busca por um melhor padrão de qualidade e para manter a soberania do espaço aéreo de forma mais eficiente, a FAB deve contar com pilotos cada vez mais capacitados. O desempenho operacional está diretamente relacionado à eficácia e à eficiência. Um dos objetivos estratégicos do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (Brasil, 2018a) é ampliar a prontidão operacional dos meios da Força Aérea voltados ao emprego, com a finalidade de garantir que



as aeronaves de combate estejam sempre prontas para o cumprimento de suas missões. Esse objetivo engloba três áreas distintas, sendo uma delas o preparo operacional das tripulações.

A AFA é a Organização Militar (OM) responsável pela formação dos pilotos da FAB. O piloto da FAB é submetido, desde sua formação e ao longo de toda a sua carreira, a avaliações frequentes de seu desempenho. As métricas de avaliação dos cadetes aviadores são aplicadas por meio de provas teóricas e práticas no CFOAV (Brasil, 2018b).

Diante disso, compreender o perfil do sono e suas associações com o desempenho em voo pode constituir uma estratégia para o aprimoramento do treinamento e o acompanhamento longitudinal da formação do cadete aviador brasileiro.

3 MÉTODOS

3.1 Delineamento do estudo

O estudo é do tipo epidemiológico observacional seccional. O protocolo seguiu as orientações da Declaração de Helsinque e da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (Conselho Nacional de Saúde, 2012), tendo sido submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Força Aérea do Galeão (HFAG), com parecer aprovado (6.789.617).

A amostra contou com 202 cadetes do 2º e do 4º anos do CFOAV da FAB, turmas que são rotineiramente submetidas a avaliações práticas de voo. Como critérios de inclusão, os participantes deveriam estar devidamente matriculados e com presença regular nos últimos meses, além de não apresentarem impedimentos como luto, afastamento por problemas médicos, inspeção de saúde com incapacidade para o voo ou qualquer outra condição impeditiva no momento da coleta.

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no mês de abril de 2024, em etapa única e presencial, com o preenchimento de questionários por meio da plataforma Google Forms®, após uma reunião prévia de apresentação do projeto. Os participantes que concordaram em participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os parâmetros de desempenho em voo foram organizados em planilhas a partir dos relatórios acadêmicos obtidos diretamente junto às seções administrativas da AFA. A qualidade do sono foi avaliada por meio de dois instrumentos: um questionário referente à autopercepção da qualidade do sono (Brandt; Bevilacqua; Andrade, 2017) e o questionário da Escala de sonolência de Epworth (Bertolazi *et al.*, 2009). O desempenho em voo, por sua vez, foi determinado pela média das notas práticas de todos os voos realizados pelo aluno até aquele momento do ano de coleta da pesquisa.



3.3 Instrumentos

3.3.1 Questionário de autopercepção da qualidade do sono

A avaliação foi realizada por meio da seguinte pergunta: “Como você avaliaria a qualidade do seu sono nos últimos dias?”. Os participantes classificaram a qualidade do sono em uma escala de cinco pontos, sendo: 1 = muito ruim, 2 = ruim, 3 = normal, 4 = bom e 5 = excelente.

3.3.2 Escala de Sonolência de Epworth (ESS)

O objetivo do instrumento é avaliar a sonolência diurna (Bertolazi *et al.*, 2009). Ele consiste em mensurar a probabilidade de uma pessoa cochilar ou adormecer em oito situações distintas, com autoavaliações que variam de “nunca cochilaria” a “grande probabilidade de cochilar”. A pontuação total varia de 0 a 24 e é classificada em cinco categorias de sonolência diurna:

- Nível normal – baixa: 0 – 5;
- Nível normal – alta: 6 – 10;
- Excessiva – leve: 11 – 12;
- Excessiva – moderada: 13 – 15;
- Excessiva – grave: 16 – 24.

O instrumento já foi descrito e validado previamente, apresentando alta confiabilidade (alfa de Cronbach entre 0,75 e 0,90) e estabilidade de variáveis satisfatória (ICC entre 0,78 e 0,95), tanto em indivíduos com distúrbios do sono e controles (Fabbri *et al.*, 2021; Souza; Alexandre; Guirardello, 2017).

3.4 Análise de dados

Os dados foram processados no software gratuito e de código aberto JASP® (Amsterdã, Holanda). Para a análise da distribuição da amostra, foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. A análise de Kruskal Wallis foi utilizada para testar a igualdade entre as categorias de sonolência de Epworth e a nota prática de voo, uma vez que as amostras não apresentaram distribuição normal.

Para a comparação entre dois grupos, foram utilizados o Teste *t* independente, para distribuições com característica paramétrica, e o teste de Mann Whitney, para distribuições com característica não paramétrica. A análise do tamanho do efeito foi realizada por meio do teste *d* de Cohen ou da correlação bisserial, a depender do teste previamente utilizado.

Para a análise da correlação entre as variáveis contínuas “autoavaliação da qualidade do sono” e “nota prática de voo”, foi utilizado o teste de Spearman, em razão da amostragem não paramétrica.



4 RESULTADOS

Foram selecionados para a análise 202 alunos, sendo 110 do 2º ano e 92 do 4º ano do CFOAV de 2024. O perfil sociodemográfico, bem como o desempenho em voo e a qualidade do sono, são apresentados na Tabela 1.

Na avaliação da qualidade do sono, observou-se que os cadetes do 4º ano apresentaram resultados superiores em relação aos do 2º ano, com valores mais altos na autoavaliação e mais baixos na escala de sonolência de Epworth. O valor médio obtido na escala de sonolência de Epworth para os alunos do 2º ano, de 16,72, enquadra-se na categoria de sonolência excessiva grave.

Tabela 1: caracterização dos voluntários analisados – 2º e 4º anos

		2º Ano (n=110)		4º Ano (n=92)	
		Média ± DP	fa (%)	Média ± DP	fa (%)
Idade		20,41 ± 1,06		22,30 ± 1,07	
Sexo	Homens		97 (88,2)		83 (90,2)
	Mulheres		13 (11,8)		9 (9,8)
Autoavaliação do sono		1,79 ± 0,61*		2,42 ± 0,88	
Sonolência de Epworth		16,72 ± 3,50*		13,86 ± 5,10	
Desempenho em voo		4,22 ± 0,47		4,50 ± 0,27	

Legenda: * $p < 0,01$ comparado com o 4º ano. DP, desvio padrão. fa, frequência absoluta.

Fonte: os autores

A Tabela 2 apresenta a média das notas de voo segundo a categorização da escala de sonolência de Epworth. Na análise de correlação entre as categorias de sonolência e a nota prática de voo, verificou-se correlação significativa no 2º ano do CFOAV ($p = 0,831$), mas não no 4º ano ($p = 0,013$).

Tabela 2: perfil de média das notas de voo segundo sonolência de Epworth do 2º e do 4º ano

2º Ano (n=110)			4º Ano (n=92)	
	fa (%)	Voo (M±DP)	fa (%)	Voo (M±DP)
Excessiva grave	67 (60,9)	4,11 ± 0,49 * #	39 (42,4)	4,49 ± 0,27
Excessiva moderada	32 (29,1)	4,38 ± 0,36	22 (23,9)	4,52 ± 0,26
Excessiva leve	5 (4,55)	4,55 ± 0,28	10 (10,9)	4,51 ± 0,26
Normal alta	6 (5,45)	4,32 ± 0,62	14 (15,2)	4,55 ± 0,29
Normal baixa	0 (0,0)	NA	7 (7,6)	4,39 ± 0,34

Legenda: * $p = 0,051$ comparado com excessiva leve. # $p < 0,01$ comparado com excessiva moderada. fa, frequência absoluta. M±DP, média e desvio padrão. NA, não se aplica.

Fonte: os autores



Para as análises pareadas entre as categorias da escala de sonolência de Epworth e nota prática de voo no 2º ano, observaram-se diferenças entre as categorias “Excessiva grave-Excessiva moderada” e “Excessiva grave-Excessiva leve”, conforme apresentado na Tabela 3. Verificou-se que a nota média de voo do grupo classificado como “excessiva grave” apresentou desvantagem em relação aos grupos “excessiva moderada” e “excessiva leve”, com tamanho de efeito moderado a forte (d de Cohen $> 0,5$). Chama atenção o fato de o grupo com sonolência “excessiva leve” ter apresentado nota média de voo superior à do grupo “excessiva moderada”, além de menor desvio padrão e, ainda assim, significância estatística limítrofe (p : 0,051).

Tabela 3: teste t independente referente à nota de voo nas categorias de sonolência (Epworth) – 2º ano

	t	p	Teste d de Cohen	EP do teste d de Cohen
Excessiva grave-Excessiva moderada	-2,870	0,005	- 0,617	0,221
Excessiva grave-Excessiva leve	-1,988	0,051	- 0,922	0,470

Legenda: EP, erro padrão.

Fonte: os autores

A correlação entre a autoavaliação da qualidade do sono e a nota prática de voo foi positiva no 2º ano do CFOAV, porém inexistente no 4º ano ($p > 0,05$), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: correlação entre autoavaliação do sono e nota de voo – 2º e 4º anos

		Nota de voo 2º ano	Nota de voo 4º ano
Autoavaliação do sono	Rô de Spearman	0,258	0,151
	p	0,003	0,076

Fonte: os autores

5 DISCUSSÃO

Os piores índices de qualidade do sono, associados a valores médios reduzidos de desempenho em voo entre os cadetes do 2º ano, quando comparados aos do 4º ano, constituem os principais resultados em destaque neste estudo.

O achado de maior fadiga entre os cadetes dos primeiros anos de formação militar era esperado e mostra-se compatível com a rotina de estudos e as demandas inerentes à vida de um cadete iniciante, estando essas condições alinhadas às estratégias que visam preparar o militar para a vida de caserna, na qual a prontidão para o trabalho é considerada uma atividade intrínseca à profissão militar (Herrera, 2020). Durante a formação, o cadete da Força Aérea é incentivado a enfrentar os desafios sem hesitar, a fim de alcançar seus objetivos, sob pena de comprometimento da missão ou da operação.



Entretanto, mesmo dentro do ambiente de adestramento, há tempo e estímulo para todas as esferas da formação, inclusive para o repouso. Contudo, o baixo nível de consciência sobre a importância do descanso e do sono, aliado à tendência de prolongar períodos dedicados ao estudo e à prática de atividades físicas extracurriculares, com o intuito de potencializar o desempenho acadêmico ou de voo, pode explicar o que se observa como um grande equívoco na busca por eficiência acadêmica.

Os índices de sono observados neste estudo apresentam valores médios compatíveis com graves distúrbios do sono, e está amplamente documentado na literatura que o sono inadequado reduz a capacidade de aprendizado (Browne *et al.*, 1994; Dewald *et al.*, 2010; Maquet, 2001) e repercute negativamente na segurança de voo (O'Hagan *et al.*, 2020; Sieberichs; Kluge, 2016).

Haja vista que o fator humano está presente na maioria dos acidentes aeronáuticos (Wiegmann; Shappeli, 2017) e que a má qualidade do sono dos pilotos exerce influência direta sobre o desempenho operacional e aumenta o risco de incidentes e acidentes aeronáuticos, maior atenção deve ser direcionada aos resultados dos índices de sono observados neste estudo, a fim de fomentar ações voltadas à sua mitigação.

As operações de guerra modernas ocorrem em ambientes hostis, marcados por esforço físico intenso, sobrecarga cognitiva, restrição de sono e privação calórica (Nindl *et al.*, 2018). Todavia, a prontidão e a resiliência militar frente a essas condições dependem de treinamentos apropriados e contínuos (Szivak; Kraemer, 2015), e não de estratégias individuais desprovidas de embasamento técnico-científico.

Nesse contexto, não apenas a capacidade de estabelecer tempo adequado de descanso em períodos de paz deve ser considerada, mas também é possível investir em estratégias que aumentem a tolerância à fadiga frente ao sono inadequado e às atividades em tempos de guerra. Medidas voltadas para melhorar a qualidade do sono, assim como indicadores para monitorar e acompanhar sua evolução, são de fundamental importância para a segurança de voo. Isso se aplica tanto ao desenvolvimento de estratégias para nivelamento da tolerância à privação do sono, quanto ao estímulo à criação de uma cultura justa, que valorize e otimize as horas adequadas de descanso. Conforme sugerido por Caldwell *et al.* (2005), após determinado nível crítico do sono em que os níveis de tolerância à privação de sono diferem entre os indivíduos, todos os sujeitos irão apresentar consequências relacionadas à queda do desempenho.

Alguns modelos de incremento da tolerância à privação do sono, já descritos na literatura, estão relacionados a alterações na dieta, como as sugeridas por Zuraikat e St-Onge (2020). Os autores relatam que alimentos contendo maiores quantidades de antioxidantes, como melatonina e zinco, podem melhorar a qualidade do sono. O mesmo é observado em dietas com menor teor de gordura saturada e maior consumo de fibras, vegetais, frutas e frutos do mar.

Além disso, mudanças no padrão de atividade física também parecem contribuir para a melhoria da qualidade do sono. Uma revisão sistemática com metanálise demonstrou que variáveis como o horário do dia em que a atividade física é realizada e sua intensidade podem influenciar positivamente a qualidade do sono (Kredlow *et al.*, 2015).



6 CONCLUSÃO

Os alunos do 2º ano do CFOAV da FAB (turma de 2024) apresentaram qualidade do sono inferior à dos alunos do 4º ano, com índices preocupantes, visto que mais de 60% demonstraram quadro de sonolência excessiva grave. Adicionalmente, observou-se que os melhores índices de desempenho em voo estão associados a escores de melhor qualidade de sono.

Investir em estratégias que promovam a conscientização sobre a importância do descanso durante a rotina acadêmica do cadete aviador, bem como estimular o desenvolvimento de uma cultura justa dentro do ambiente militar, podem constituir medidas eficazes para assegurar uma quantidade mínima adequada de horas de sono aos cadetes em formação. Rawcliffe *et al.* (2024) sugerem ajustes na programação do treinamento militar de recrutas do Exército Britânico, de modo a garantir o tempo mínimo necessário de sono, prevenindo a queda do desempenho cognitivo e o aumento do risco de lesões.

Considerando que o descanso adequado é elemento essencial da segurança operacional, e que o cansaço e a sonolência diurna figuram entre os principais fatores humanos associados a acidentes aeronáuticos, maior atenção deve ser direcionada a esses achados. Ações administrativas podem ser implementadas com o objetivo de estimular uma cultura justa e promover ajustes na rotina alimentar e acadêmica, contribuindo, assim, para a melhoria da qualidade do sono dos cadetes em formação. Além disso, medidas de monitoramento e acompanhamento longitudinal dos indicadores de qualidade do sono entre os alunos submetidos às aulas e avaliações práticas de voo mostram-se essenciais para o gerenciamento do risco e a promoção da segurança operacional.

Assim, os resultados deste estudo reforçam a necessidade de políticas institucionais voltadas ao gerenciamento do sono e à promoção da prontidão operacional, aspectos fundamentais para a formação segura e eficiente do aviador militar.

Informações sobre os autores:

Daniel do Prado Ferreira Pinto

<https://orcid.org/0009-0004-5357-9164>

<http://lattes.cnpq.br/0273130700101456>

danielprado@hotmail.com

Tel: 61-999238558

Possui graduação em Medicina pela Universidade Federal de Minas Gerais (2005) e residência médica pelo Instituto Mário Penna (2008). Atualmente é Militar da Força Aérea Brasileira, servindo no Hospital de Aeronáutica de Manaus, chefe da UTI. Tem experiência na área de Medicina, titulado em Clínica Médica e Terapia Intensiva, áreas que vem atuando. Mestre em Desempenho Humano Operacional, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



Adriano Percival Calderaro Calvo

<https://orcid.org/0000-0003-3307-4252>

<http://lattes.cnpq.br/4665929995935700>

percivalcalvo.fab@gmail.com

Docente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Bacharel em Educação Física com Licença para o Ensino (2001-2005); Mestrado na Motricidade (2005-2007); Doutorado em Ciências - Área de Engenharia Biomédica (2011-2015); Pós-Doutorado em Ciências do Exercício Físico e Esportes (2021-2022); Pós-Doutorado [Professor Visitante] na Unidade de Pesquisa Médica Naval de Dayton, Ohio, EUA (2024 - 2025).

Paula Morisco de Sá

<https://orcid.org/0000-0002-7812-1895>

<http://lattes.cnpq.br/9735059454319185>

paulamorisco@gmail.com

Tel: 21-994266416

Docente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Doutora em Ciências (UERJ/FISCLINEX). Colaboradora do Laboratório de Instrumentação Biomédica (LIB) da UERJ. Pós-graduada em Reabilitação Cardiovascular, Fisioterapia em Terapia Intensiva, Ergonomia, e Metodologias Modernas de Educação. Oficial Fisioterapeuta da Força Aérea Brasileira (2017-2024). Atuação nas áreas de Doenças Pulmonares Ocupacionais, Disfunções Pulmonares e Cardiovasculares, Saúde do Trabalhador e Ergonomia.

Contribuições dos autores:

O autor Daniel do Prado Ferreira Pinto e Paula Morisco de Sá participaram da redação inicial do estudo - conceitualização, investigação, visualização e análise dos dados; a autora Paula Morisco de Sá revisou e aprovou a redação final do trabalho; e o autor Adriano Percival Calderaro Calvo participou na análise formal e revisão das técnicas estatísticas utilizadas. Todos os autores declaram que estão de acordo com o conteúdo do manuscrito submetido à Revista da UNIFA.

Este artigo é derivado da 'Dissertação de mestrado' de Daniel do Prado Ferreira Pinto com orientação de Paula Morisco de Sá, já tendo sido a defesa da Dissertação do Programa de Pós-Graduação 'Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea' defendida e aprovada.

A presente pesquisa não recebeu nenhuma fonte de financiamento sendo custeada com recursos dos próprios autores.

Sobre os agradecimentos: Agradecemos a colaboração dos cadetes do CFOAV da AFA, assim como aos seus comandantes, que disponibilizaram seu precioso tempo em prol desta pesquisa. Os autores declaram que não há conflitos de interesses.



Como citar este artigo:

ABNT

PINTO, D. P. F.; CALVO, A. P. C.; DE SÁ, P. M. Qualidade do sono e sua influência no desempenho em voo de cadetes aviadores da FAB: estudo observacional. **Revista da UNIFA**, Rio de Janeiro, v. 39, p. 1-16, 2026.

APA

PINTO, D. P. F.; CALVO, A. P. C.; DE SÁ, P. M. (janeiro, 2026) Qualidade do sono e sua influência no desempenho em voo de cadetes aviadores da FAB: estudo observacional. **Revista da UNIFA**, 39 (1), P. 1-16.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. *et al.* Sleep Quality, Mood and Performance: A Study of Elite Brazilian Volleyball Athletes. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 15, p. 601–605, 2016.
- BERTOLAZI, A. N. *et al.* Portuguese-language version of the Epworth sleepiness scale: validation for use in Brazil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 35, n. 9, p. 877–883, 2009.
- BRANDT, R.; BEVILACQUA, G. G.; ANDRADE, A. Perceived Sleep Quality, Mood States, and Their Relationship With Performance Among Brazilian Elite Athletes During a Competitive Period. **Journal of strength and conditioning research**, v. 31, n. 4, p. 1033–1039, 1 abr. 2017.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Força Aérea Brasileira: asas que protegem o país. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/31128/DIA%20DO%20AVIADOR%20-%20Saiba%20como%20é%20a%20formação%20do%20aviador%20da%20Força%20Aérea%20Brasileira>. Acesso em: 16 nov. 2024.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Gabinete da Aeronáutica. Portaria nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018 - 2027 (PCA 11-47). **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 222, f. 14766 dezembro 2018.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ensino da Aeronáutica. Portaria nº 61/DPL, de 25 de janeiro de 2018. Aprova a reedição do Plano de Avaliação da Academia da Força Aérea - Volume II – Quadro Global de Avaliação (MCA 37-5). **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 018, f. 1056 janeiro 2018.
- BROMFIELD, M. A. *et al.* Pilot performance and workload whilst using an angle of attack system. **Applied Ergonomics**, v. 113, 1 nov. 2023.



BROWNE, B. J. *et al.* Influence of sleep deprivation on learning among surgical house staff and medical students. **Surgery**, v. 115, n. 5, p. 604–610, 1 maio 1994.

CALDWELL, J. A. *et al.* Are individual differences in fatigue vulnerability related to baseline differences in cortical activation? **Behavioral Neuroscience**, v. 119, n. 3, p. 694–707, jun. 2005.

CALDWELL, J. A.; CALDWELL, J. L.; DARLINGTON, K. K. Utility of Dextroamphetamine for Attenuating the Impact of Sleep Deprivation in Pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 74, n. 11, p. 1125–1134, nov. 2003.

CALDWELL, J. A.; LEDUC, P. A. Gender influences on performance, mood and recovery sleep in fatigued aviators. **Ergonomics**, v. 41, n. 12, p. 1757–1770, 1 dez. 1998.

CAO, X. *et al.* Heart rate variability and performance of commercial airline pilots during flight simulations. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 2, 2 jan. 2019.

CARSKADON, M. A.; DEMENT, W. C. Normal Human Sleep: An Overview. Em: KRYGER, M. H.; ROTH, T.; DEMENT, W. C. (Eds.). **Principles and practice of sleep medicine**. 5th. ed. St. Louis: Elsevier Saunders, 2005. v. 4p. 13–23.

CHAPUT, J. P.; DUTIL, C.; SAMPASA-KANYINGA, H. Sleeping hours: What is the ideal number and how does age impact this? **Nature and Science of Sleep**, v. 10, p. 421–430, 2018.

CHAREST, J.; GRANDNER, M. A. Sleep and Athletic Performance: Impacts on Physical Performance, Mental Performance, Injury Risk and Recovery, and Mental Health: An Update. **Sleep medicine clinics**, v. 17, n. 2, p. 263–282, 1 jun. 2022.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 59.

COOK, J. D.; CHAREST, J. Sleep and Performance in Professional Athletes. **Current sleep medicine reports**, v. 9, n. 1, p. 56–81, 1 mar. 2023.

DEMEROUTI, E. *et al.* Burnout among pilots: psychosocial factors related to happiness and performance at simulator training. **Ergonomics**, v. 62, n. 2, p. 233–245, 1 fev. 2019.

DEWALD, J. F. *et al.* The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 14, n. 3, p. 179–189, 1 jun. 2010.

DURMER, J. S.; DINGES, D. F. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. In: **Seminars in neurology**. Copyright© 2005 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10001, USA., 2005. p. 117-129.



- ENGEL, G. L. The need for a new medical model: A challenge for biomedicine. **Science**, v. 196, n. 4286, p. 129–136, 1977.
- FABBRI, M. *et al.* Measuring subjective sleep quality: A review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 1 fev. 2021.
- GOEL, N. *et al.* Neurocognitive consequences of sleep deprivation. In: **Seminars in neurology**. © Thieme Medical Publishers, 2009. p. 320–339.
- HERRERA, G. J. The Fundamentals of Military Readiness. **Congressional Research Service** (CRS Report No. R46559). Disponível em: <https://crsreports.congress.gov>. Acesso em: 11 set. 2024.
- CK, C. A. *et al.* Pilot physiology, cognition and flight performance during flight simulation exposed to a 3810-m hypoxic condition. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 23, n. 1, p. 44–49, 2 jan. 2017.
- RAWCLIFFE, A. J. *et al.* Sleep duration and perceptions of sleep quality in British Army recruits during basic training - an observational analysis. **Frontiers in Neurology**, v. 15, 2024.
- RUNDO, J. V.; DOWNEY, R. Polysomnography. **Handbook of Clinical Neurology**, v. 160, p. 381–392, 1 jan. 2019.
- SIEBERICH, S.; KLUGE, A. Good Sleep Quality and Ways to Control Fatigue Risks in Aviation - An Empirical Study with Commercial Airline Pilots. Em: GOONETILLEKE, R.; KARWOWSKI, W. (Eds.). **Advances in Physical Ergonomics and Human Factors**. Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Cham, 2016. v. 489p. 191–201.
- SOUZA, A. C. DE; ALEXANDRE, N. M. C.; GUIRARDELLO, E. DE B. Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 26, n. 3, p. 649–659, 1 jul. 2017.
- STEINMAN, Y. *et al.* Flight performance aspects during military helicopter flights. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 4, p. 389–395, 1 abr. 2019.
- SZIVAK, T. K.; KRAEMER, W. J. Physiological readiness and resilience: Pillars of military preparedness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, p. S34–S39, 2015.
- TUVBLAD, C. *et al.* The genetic and environmental etiology of decision-making: A longitudinal twin study. **Journal of Adolescence**, v. 36, n. 2, p. 245–255, abr. 2013.
- VITALE, K. C. *et al.* Sleep Hygiene for Optimizing Recovery in Athletes: Review and Recommendations. **International Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 8, p. 535–543, 2019.
- WATERS, F. *et al.* Severe sleep deprivation causes hallucinations and a gradual progression toward psychosis with increasing time awake. **Frontiers in Psychiatry**, v. 9, n. Jul, 10 jul. 2018.



WESENSTEN, N. J.; BALKIN, T. J. The challenge of sleep management in military operations. **U.S. Army Medical Department journal**, p. 109–118, 1 out. 2013.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. **A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System**. 1st. ed. London: Routledge, 2017.

ZURAIKAT, F. M.; ST-ONGE, M. P. The Influence of Diet on Sleep. Em: **Neurological Modulation of Sleep: Mechanisms and Function of Sleep Health**. Academic Press, 2020. p. 205–215.

Recebido: 16 set 2024

Aceito: 03 set 2025

