



ANAIS DO  
**IV SEMINÁRIO**  
DE PESQUISAS EM DESEMPENHO  
HUMANO OPERACIONAL

Organizadores:  
Helder Guerra de Resende  
Gilberto Pivetta Pires



**ANAIS DO  
IV SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM  
DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL**

**EDUNITE** 

Rio de Janeiro  
2024

Todos os direitos desta edição reservados à Editora da Universidade da Força Aérea.  
Proibida a reprodução total ou parcial em qualquer mídia sem a autorização escrita da Editora ou dos autores.  
Os infratores estão sujeitos às penas da lei.  
A Editora não se responsabiliza pelas opiniões emitidas nesta publicação.

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNIFA**

S471

Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (4. : 2022 : Rio de Janeiro, RJ).  
Anais do IV Seminário de Pesquisas em Desenvolvimento Humano Operacional / organizado por Helder Guerra de Resende e Gilberto Pivetta Pires. - Rio de Janeiro, RJ: UNIFA, 2024.  
73 p.

ISBN: 978-65-89535-14-0

1. Aspectos biopsicossociais. 2. Variáveis biodinâmicas.  
3. Variáveis comportamentais. 4. Desempenho Humano Operacional. 5. Forças Armadas.. I. Resende, Helder Guerra de. II. Pires, Gilberto Pivetta Pires. III. Universidade da Força Aérea. IV. Título

CDU: 60:355.1

2024

**EDUNIFA**

Editora da Universidade da Força Aérea  
Av. Marechal Fontenelle, 1000 - Campo dos Afonsos  
Rio de Janeiro - RJ - CEP 21740-000  
Telefone: (21) 21572753  
E-mail: [editora.unifa@fab.mil.br](mailto:editora.unifa@fab.mil.br)



ANAIS DO  
**IV SEMINÁRIO**  
DE PESQUISAS EM DESEMPENHO  
HUMANO OPERACIONAL

Organizadores:  
Helder Guerra de Resende  
Gilberto Pivetta Pires



### **Reitor da UNIFA**

Maj Brig Ar Max Cintra Moreira, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

### **Vice-Reitor da UNIFA**

Cel Av R/1 Valdemiro Alves Fagundes, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

### **Pró Reitor de Apoio à Pesquisa e ao Ensino**

Cel Av R/1 Toni Roberto Carvalho Teixeira, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

### **Coordenadora da Editora e Editora-Chefe**

Profª. Drª. Karina Coelho Pires, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

### **Conselho Editorial Científico**

Prof. Dr. Amit Gupta, Forum of Federations, Ottawa, Canadá

Prof. Dr. Claudio Rodrigues Corrêa, CMG, Escola de Guerra Naval, EGN, Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Eduardo Svartman, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil

Prof. Dr. Erico Duarte, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil

Prof. Dr. Fabio Walter, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Paraíba, Brasil

Prof. Dr. Fernando de Souza Costa, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São Paulo, Brasil

Prof. Dr. Flavio Neri Jasper, Cel Av R1, Secretaria de Economia e Finanças da Aeronáutica, SEFA, Distrito Federal, Brasil

Prof. Dr. Francisco Eduardo A. de Almeida, CMG, Escola de Guerra Naval, EGN, Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. German Wedge Rodríguez Pirateque, Mayor Eng, Escuela de Postgrados de la Fuerza Aeroespacial Colombiana, EPFAC, Bogota, Colombia.

Prof. Dr. Gills Vilar Lopes, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Guilherme S. Góes, CMG, Escola Superior de Guerra, ESG, Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Howard H. Hensel, United States Air Force, USAF, Alabama, Estados Unidos

Prof. Dr. João Roberto Martins Filho, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Paulo, Brasil

Prof. Dr. Joseph Devanny, King's College London, KCL, Londres, Inglaterra

Prof. Dr. Koshun Iha, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ITA, São Paulo, Brasil

Prof. Dr. Lamartine N. F. Guimarães, Instituto de Estudos Avançados, IEAv, São Paulo, Brasil

Prof. Dr. Marcelo de A. Medeiros, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Pernambuco, Brasil

Prof. Dr. Marco Antonio S. Minucci, Cel Eng R1, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, IEAv, São Paulo, Brasil

Prof. Dr. Scott Tollefson, National Defense University, NDU, Washington, Estados Unidos

Prof. Dr. Stephen Burgess, United States Air Force, USAF, Alabama, Estados Unidos

Profª. Drª. Selma Lúcia de Moura Gonzales, TCel, Escola Superior de Defesa, ESD, Brasília, Brasil

Profª. Drª. Thais Russomano, King's College London, KCL, Londres, Inglaterra

Prof. Dr. Vantuil Pereira, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Vinícius Carvalho, King's College London, KCL, Londres, Inglaterra

### **Revisão Técnica**

1º Ten BIB Leandro Henrique de Oliveira Spinola, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

2º Ten BIB Júlio César Carmelo da Costa, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

### **Equipe de Edição**

Diagramação

SO SDE Samuel Gonçalves Mastrange, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

SO SDE Edson Galvão, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

CB SGS Lessandro Augusto da Silva Queluci, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil



### **Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa**

Cel Av R/1 Nelson Augusto Bacellar Gonçalves, Prof. Ms., Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

### **Comissão Organizadora**

Prof. Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof. Dr. Helder Guerra de Resende, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof. Dr. Gilberto Pivetta Pires, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof.<sup>a</sup> Ms.<sup>a</sup>. Raylene Barbosa Moreira, Asp QOCon PED, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil.

### **Comissão Científica**

Prof. Dr. Carlos Magno Amaral Costa, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, IF SUDESTE MG, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, Brasil.

Prof. Dr. Daniel de Souza Alves, 1º Ten (RM2-T), Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes, CEFAN, Marinha do Brasil, MB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Daniele Mariano Seda, 1º Ten (T), Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes, CEFAN, Marinha do Brasil, MB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Fabrícia Geralda Ferreira, Escola Preparatória de Cadetes do Ar, EPCAR, Força Aérea Brasileira, FAB, Barbacena, Brasil.

Prof. Dr. Gilberto Pivetta Pires, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Leonice Aparecida Doimo, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Paula Morisco de Sá Peleteiro, 1º Ten QOCon FIS, Grupo de Saúde de Santa Cruz, GSAU/SC, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof. Dr. Thiago Teixeira Guimarães, 2º Ten QOCon EFi, Instituto de Medicina da Aeronáutica, IMAE, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

### **Anais do IV Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (2022)**

#### **Organizadores**

Prof. Dr. Helder Guerra de Resende, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof. Dr. Gilberto Pivetta Pires, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

# Sumário

<b>Apresentação</b> .....	7
<b>Linha de Atuação Técnico-científica: Avaliação e intervenção comportamental aplicada ao desempenho humano operacional</b> .....	8
<b>Validação da escala de sentimento de fadiga para pilotos de caça da Força Aérea Brasileira</b> .....	9
Diogo Milioni Ferreira - 1º GDA-FAB	
Paula Morisco de Sá - GSAU/SC-FAB	
Daniele Bittencourt Ferreira - HCA-FAB	
<b>Qualidade de sono e fatores associados em militares da Força de Fuzileiros da Esquadra (FFE)</b> .....	15
Guilherme Brito Portugal - FFE-MB	
Fabírcia Geralda Ferreira - EPCAR-FAB	
Leonice Aparecida Doimo - UNIFA-FAB	
<b>Linha de Atuação Técnico-científica: Avaliação e intervenção biodinâmica aplicada ao desempenho humano operacional</b> .....	21
<b>Caracterização da performance física e demanda psicofisiológica de militares submetidos ao Curso de Comandos da Força Aérea</b> .....	22
Adriano Joaquim dos Santos - AES-FAB	
Adriano Percival Caldraro Calvo - UNIFA-FAB	
Renato de Oliveira Massaferrri – IMAE-FAB	
<b>Bases para um estudo de validade e confiabilidade do ultrassom portátil na avaliação da composição corporal</b> .....	28
André Justino de Carvalho - EsEFEx-EB	
Samir Ezequiel da Rosa - IPCFEx-EB	
Alexander Barreiros Cardoso Bomfim - UNIFA-FAB	
<b>Efeito dos treinamentos aeróbio e cross operacional no tecido adiposo visceral de militares do Exército Brasileiro</b> .....	35
André Luiz Campos Martins dos Santos - CDE-EB	
Samir Ezequiel da Rosa - IPCFEx-EB	
Fabírcia Geralda Ferreira - EPCAR-FAB	

<b>Prevalência de cinetose e incidência de aerocinetose em cadetas aviadores da Força Aérea Brasileira.....</b>	<b>41</b>
Camila Caldas Vaz de Lima - 1º/10º GAV-FAB	
Fábio Angioluci Diniz Campos - AFA-FAB	
<b>A análise longitudinal do condicionamento físico de cadetes da Academia da Força Aérea Brasileira: reflexões de investigação.....</b>	<b>46</b>
Carla Cristina Evangelisti Moreira da Silva - AFA-FAB	
Gilberto Pivetta Pires - UNIFA-FAB	
<b>Aeronavegantes militares submetidos a treinamentos sucessivos em hipóxia: tolerância e sintomas apresentados ao longo do tempo.....</b>	<b>52</b>
Danielle Filippo de Lemos - HCA-FAB	
Adriano Percival Caldraro Calvo - UNIFA-FAB	
<b>Grau de desidratação e suas consequências para pilotos militares durante voos.....</b>	<b>58</b>
Esther Oliveira Xavier de Brito - HCA-FAB	
Fabírcia Geralda Ferreira - EPCAR-FAB	
Fábio Angioluci Diniz Campos - AFA-FAB	
<b>Análise da carga de trabalho mental e impactos psicofisiológicos gerados pelo voo em instrutores da Academia da Força Aérea.....</b>	<b>64</b>
Marcelo Furtado de Almeida - EPCAR-FAB	
Fábio Angioluci Diniz Campos - AFA-FAB	
<b>Pesquisa sobre lombalgia e resistência muscular da região lombopélvica em pilotos de helicóptero: buscando valores de referência.....</b>	<b>69</b>
Viviane Conceição Zanini Tauil Valente - CDA-FAB	
Daniele Gabriel Costa - CDA-FAB	
Adriano Percival Calderaro Calvo - UNIFA-FAB	

# APRESENTAÇÃO

O Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (SPDHO) vem se consolidando como um estratégico evento acadêmico de divulgação do estágio de amadurecimento dos projetos de investigação e de aplicação técnico-profissional dos alunos militares dos PPGDHO, bem como um momento de aperfeiçoamento das técnicas de apresentação oral e escrita dos textos acadêmicos produzidos.

Ele foi idealizado para atender a dois propósitos específicos: avaliar se os alunos do PPGDHO atingiram os padrões mínimos de desempenho em relação ao domínio dos conhecimentos científicos gerais e específicos relacionados à área de concentração de estudos e à respectiva linha de pesquisa e de produção técnico-profissional do PPGDHO, bem como avaliar se foram capazes de delinear e definir uma situação-problema de investigação ou de produção técnico-profissional, apresentando seu contexto justificador, demonstrando a fundamentação suporte teórico e justificando sua relevância para a melhoria do desempenho operacional dos militares das Forças Armadas.

Nesta quarta edição do SPDHO, realizada em 2022, foram apresentados 11 trabalhos acadêmicos, sendo dois tematicamente relacionados à linha de avaliação e intervenção comportamental aplicada ao desempenho humano operacional, e nove inseridos na linha de avaliação e intervenção biodinâmica. Os autores dispuseram de 15 minutos para a exposição dos aspectos relevantes dos respectivos trabalhos, seguido de uma avaliação realizada por especialistas convidados. O objetivo foi apontar as lacunas e inadequações identificadas no sentido de assegurar que a continuidade das pesquisas e produções técnicas sofram os ajustes necessários para a garantir a qualidade e relevância dos trabalhos de conclusão de curso, contemplando os interesses e necessidades estratégicas de cada uma das Forças envolvidas, considerando as expertises temáticas do PPGDHO.

Comissão Organizadora

Comissão Científica

IV SPDHO

## **Linha de Atuação Técnico-científica: Avaliação e intervenção comportamental aplicada ao desempenho humano operacional**

### **EMENTA:**

Esta Linha de Atuação Técnico-científica envolve o diagnóstico de necessidades, a análise, o desenvolvimento, a proposição e a avaliação de intervenções psicossociais em consonância com as teorias da motivação e do estresse, processos mentais, relações interpessoais, consciência situacional, interação homem-máquina-ambiente, por meio do entendimento das limitações e habilidades do elemento humano na realização das atividades de emprego do poder militar. Busca investigar também os fatores determinantes e as barreiras percebidas em relação à adesão aos programas de capacitação biopsicossocial de militares das Forças Armadas Brasileiras.

# Validação da escala de sentimento de fadiga para pilotos de caça da Força Aérea Brasileira

Diogo Milioli Ferreira (1° GDA – FAB)  
Paula Morisco de Sá (GSAU/SC – FAB)  
Daniele Bittencourt Ferreira (HCA – FAB)

## RESUMO

A fadiga mental representa um importante fator na ocorrência de acidentes aéreos e impacta diretamente na performance. O presente estudo visa validar uma escala subjetiva para identificação da fadiga em pilotos de caça da FAB a fim de auxiliar na segurança de voo e na otimização das operações.

**Palavras-chave:** Fadiga cognitiva; Escala; Aviação; Piloto; Militar.

## 1. INTRODUÇÃO

Os militares de Forças Armadas representam um grupo de risco para o desenvolvimento de doenças mentais, que podem ameaçar a sua funcionalidade ocupacional <sup>(1)</sup>. Por esse motivo, a garantia da saúde mental dessa população deve ser vista como uma questão de Política Nacional <sup>(2)</sup>.

Dentre os militares, os pilotos de caça são constantemente submetidos a grandes demandas físicas resultantes das elevadas cargas G <sup>(3)</sup> e das condições ambientais do cockpit, que os expõe a radiação, ruído, vibração <sup>(4)</sup> e elevações da umidade e de temperatura <sup>(5)</sup>. Além de demandas cognitivas, inerentes ao tipo de missão que desempenham <sup>(6)</sup>.

Como resultado da exposição a todas essas demandas físicas e mentais <sup>(7)</sup>, os pilotos estão sujeitos ao desenvolvimento de uma sensação subjetiva, gradual e cumulativa <sup>(8)</sup> de cansaço e/ou exaustão <sup>(9)</sup>, persistente e desproporcional ao nível de atividade física habitualmente realizada <sup>(10)</sup>, compreendida como fadiga.

Geralmente descrita como um sintoma subjetivo, inespecífico e de difícil mensuração, a fadiga pode ser classificada em física ou mental <sup>(11)</sup>, é multicausal, multidimensional e resulta de atividades prolongadas ou de fatores psicológicos, socioeconômicos e ambientais <sup>(12)</sup>.

No contexto da aviação, a fadiga é definida como um estado fisiológico em que a capacidade mental e física estão reduzidas, em decorrência de sonolência, perda de sono, vigília prolongada, alteração da fase circadiana e/ou da sobrecarga de trabalho <sup>(13)</sup>. Além da fadiga muscular, mental e de habilidades <sup>(4)</sup>, os pilotos também podem ser expostos a fadiga ativa, quando submetidos a elevadas demandas mentais durante o voo, e a passiva, quando realizam voos de longas distâncias apenas acompanhando as atividades dos monitores <sup>(14)</sup>.

Um estudo desenvolvido com o simulador da aeronave de caça 39 Gripen

(Saab AB) evidenciou que em missões de longa duração, com reabastecimentos em voo, os pilotos de caça também podem ser expostos tanto a fadiga ativa quanto a passiva <sup>(15)</sup>, com efeitos deletérios sobre a vigilância e a performance <sup>(14)</sup>.

Indivíduos expostos a fadiga apresentam níveis de atenção reduzida, menor capacidade de processar informações, reação mais lenta <sup>(16)</sup>, má interpretação das sensações corporais dos movimentos da aeronave e maior irritabilidade <sup>(4)</sup>, o que pode resultar em erros <sup>(17)</sup> relacionados a tomada de decisões e ao nível de atenção do piloto <sup>(18)</sup>.

Dados da literatura apontam que a fadiga esteve envolvida em cerca de 4 a 7% dos acidentes da aviação civil e militar Norte Americana nas décadas de 70 a 90 <sup>(19)</sup>, e em 4% dos acidentes envolvendo aviões de caça, no período de 2003 a 2018 <sup>(16)</sup>, representando a segunda causa de acidentes da aviação de Classe A da Marinha americana nos períodos de 1990 a 2011, atrás apenas da desorientação espacial <sup>(20)</sup>.

Dessa forma, a fadiga aumenta a probabilidade de acidentes aéreos, resultando em custos que podem ultrapassar 10 milhões de dólares em um único acidente <sup>(18)</sup> e sofrimento pessoal inestimável <sup>(21)</sup>, o que ressalta a importância da investigação da fadiga cognitiva em pilotos.

A identificação da fadiga é um dos maiores desafios das Forças Militares modernas <sup>(22)</sup>, uma vez que não existe ferramenta padrão ouro para a sua avaliação <sup>(10)</sup>.

Os métodos objetivos disponíveis, apesar de válidos e acurados, são invasivos e sem aplicação no cotidiano <sup>(23)</sup>. Por outro lado, apesar de os métodos subjetivos funcionarem como ferramentas efetivas, eficientes e custo-efetivas no manejo de pilotos fadigados <sup>(24)</sup>, a confiança nesse tipo de método depende da utilização de escalas subjetivas multidimensionais <sup>(25)</sup> que compreendam a complexidade do ambiente em que o ser humano está inserido <sup>(14)</sup> e de uma cultura justa em que os indivíduos sejam encorajados e estimulados a reportar a fadiga <sup>(26)</sup>.

Algumas das principais ferramentas utilizadas para avaliação subjetiva de fadiga cognitiva são a Fatigue Assessment Scale (FAS), o Swedish Occupational Fatigue Inventory (SOFI), a Occupational Fatigue Exhaustion Recovery (OFER), a Chalder Fatigue Scale (CFQ) <sup>(23)</sup> e a Felling of Fatigue Scale (FFS) <sup>(27)</sup>.

A Escala de Sentimento de Fadiga (FFS) desenvolvida em 1969, se destaca para a aferição subjetiva dessa emoção <sup>(24)</sup>. Ela consiste em um checklist de 30 itens que exploram a presença de sintomas classificados em três grupos: (A) sonolência e embotamento, (B) falta de capacidade para se concentrar e (C) projeção de desconforto físico <sup>(28)</sup>. Onde, “A” representa sintomas físicos gerais, “C” sintomas sensoriais e neuronais e “B” sintomas puramente mentais <sup>(24)</sup>.

No Brasil, o instrumento foi primeiramente traduzido para o português nos anos 90 <sup>(29)</sup> e em 2020 foi validado para a utilização em pilotos de linhas aéreas comerciais <sup>(24)</sup>.

## 2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Com a incorporação dos novos caças de alta performance pela Força Aérea Brasileira (FAB), a capacidade de emprego da força e das manobras aéreas será

potencializada a níveis ainda não experimentados pelos pilotos brasileiros. Esse novo cenário exigirá dos pilotos uma capacidade ainda maior de tomada de decisões, com controle emocional, mesmo diante de situações estressoras, a fim de que as missões sejam realizadas com uma mínima margem de erro.

Dessa forma, torna-se relevante a compreensão dos níveis de fadiga mental dos pilotos de caça a fim de otimizar a capacidade operacional das modernas aparelhagens de combate da FAB com manutenção da segurança de voo.

### **3. OBJETIVOS**

Validar a Escala de Sentimento de Fadiga para pilotos de caça da Força Aérea Brasileira; identificar a prevalência de fadiga mental nessa população bem como os fatores relacionados; e propor a padronização da Escala de Sentimento de Fadiga na avaliação periódica dos pilotos de caça da FAB.

### **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ESTRATÉGIAS DE AÇÃO**

Será realizado, no período entre maio de 2022 e janeiro de 2023, um estudo seccional com toda a população de pilotos militares da FAB operadores das aeronaves F-05M e F-39 Gripen.

Para avaliação da fadiga mental, será utilizada a Escala de Sentimento de Fadiga<sup>(27)</sup>, previamente validada para pilotos brasileiros de linhas aéreas<sup>(24)</sup>. As respostas serão dadas de forma binária (Sim ou Não) e a frequência do sentimento de fadiga (FSF) será obtida diretamente a partir da soma das frequências médias dos sintomas em cada grupo  $(FA+FB+FC / 3)$ . A pontuação de cada questionário poderá variar de 0 a 10.

As covariáveis do estudo serão levantadas a partir de aplicação de três ferramentas: Questionário específico desenvolvido pelo autor para a identificação de variáveis sociodemográficas, de hábitos de vida e de atividade militar; Instrumento de avaliação da qualidade de vida da Organização Mundial da Saúde (WHOQOL SRBP BREF), previamente validado para a população brasileira<sup>(30)</sup>; Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ - versão curta), também validado para a população brasileira<sup>(31)</sup>.

Todos os dados serão avaliados e compilados em um arquivo único, na sede do pesquisador: 1o Grupo de Defesa Aérea, Base Aérea de Anápolis, Goiás.

Para a validação da escala será realizada análise fatorial confirmatória dos dados, com cálculo dos índices de ajustes comparativos (IAC) adequados para a estrutura de domínios e facetas entre os grupos. A seguir serão testadas a consistência interna (alfa de Cronbach), a validade discriminante pelo cálculo do Rho de Tarkkonen e a validade de critério através regressão linear múltipla. Por fim, após reteste do instrumento, será calculado o Kappa para averiguar a concordância entre os resultados obtidos nas coletas.

### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com esse estudo espera-se validar a Escala de Sentimento de Fadiga para pilotos militares, operadores das aeronaves F-05 e F-39 Gripen da Força

Aérea Brasileira, de forma que essa ferramenta possa ser utilizada de maneira rotineira e institucionalizada para a identificação e mensuração da fadiga cognitiva dessa população.

Dessa forma, espera-se poder auxiliar os comandantes e gestores no desenvolvimento de medidas mitigadoras da fadiga cognitiva, a fim de reduzir os riscos a segurança de voo e otimizar a performance desses militares com o máximo aproveitamento das capacidades operacionais de seus potentes vetores.

## REFERÊNCIAS

- (1) LANGSTON, V.; GOULD, M.; GREENBERG, N. Culture: what is its effect on stress in the military? **Military Medicine**, v. 172, n. 9, p. 931-5, 2007.
- (2) NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. **Forward mental healthcare. Allied medical publication**. 2019. Disponível em: <[https://www.coemed.org/files/stanags/03\\_AMEDP/AMedP-8.6\\_EDB\\_V1\\_E\\_2564.pdf](https://www.coemed.org/files/stanags/03_AMEDP/AMedP-8.6_EDB_V1_E_2564.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2021.
- (3) HELLDIN, T., *et al.* The applicability of human-centred automation guidelines in the fighter aircraft domain. In: **Proceedings of the 29th Annual European Conference on Cognitive Ergonomics - ECCE '11**, 2011, Rostock, Germany. ACM Press; p. 67.
- (4) PRESTON, F.S. Measurement of pilot fatigue. **Occupational Medicine**, v. 17, n. 2, p. 52-6, 1967.
- (5) ZHOU, B., *et al.* Physiological characteristics and operational performance of pilots in the high temperature and humidity fighter cockpit environments. **Sensors**. v. 21, n. 17, p. 5798, 2021.
- (6) MOHANAVELU, K. *et al.* Cognitive workload analysis of fighter aircraft pilots in flight simulator environment. **Defence Science Journal**, v. 70, n. 2, p. 131-9, 2020.
- (7) RUDARI, L. Pilot perceptions on impact of crew rest regulations on safety and fatigue. **International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace**, v. 3, n. 1, p. 2-19, 2016.
- (8) BORGHINI, G. Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 44, p. 58-75, 2014.
- (9) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CUIDADOS PALIATIVOS. Consenso Brasileiro de Fadiga. **Revista Brasileira de Cuidados Paliativos**, v. 3, n. 2, suplemento: 1, 2010.

- (10)CASTRO, A.G. Fadiga. In: CARVALHO, R.T., *et al.* **Manual da residência de cuidados paliativos**. Barueri: Manole, 2018. p. 208-16.
- (11)PERSSON, P.B.; PERSSON, A.B. Fatigue. **Acta Physiologica**, v. 218, n. 1, p. 3-4, 2016.
- (12)BARKER, L.M.; NUSSBAUM, M.A. Fatigue, performance and the work environment: a survey of registered nurses: Fatigue, performance and the work environment. **Journal of Advanced Nursing**, v. 67, n. 6, p. 1370-82, 2011.
- (13)INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches**. v. 2, n. 2, 2019. Disponível em: <[https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/9966\\_unedited\\_en.pdf](https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/9966_unedited_en.pdf)>. Acesso em 10 out. 2021.
- (14)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**, v. 72, p. 173-87, 2020.
- (15)ROSA, E. *et al.* Fatigue, Emotion, and cognitive performance in simulated long-duration, single-piloted flight missions. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 92, n. 9, p. 710-9, 2021.
- (16)GAINES, A.R., MORRIS, M.B., GUNZELMANN, G. Fatigue-related aviation mishaps. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 91, n. 5, p. 440–7, 2020.
- (17)CALDWELL, J.A., *et al.* Fatigue countermeasures in aviation. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 80, n. 1, p. 29–59, 2009.
- (18)KELLEY, A.M., FELTMAN, K.A., CURRY, I.P. A survey of fatigue in army aviators. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 89, n. 5, p. 464–8, 2018.
- (19)CALDWELL, J.A. Fatigue in aviation. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 3, n. 2, p. 85-96, 2005.
- (20)HARTZLER, B.M., *et al.* **Predicting performance during chronic sleep loss: identification of factors sensitive to individual fatigue resistance**. Dayton (OH): Naval Medical Research Unit, Wright-Patterson Air Force Base; 2015. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA614085.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2021.
- (21)LAUBER, J.K., KAYTEN, P.J. Sleepiness, circadian dysrhythmia, and fatigue in transportation system accidents. **Sleep**, v. 11, n. 6, p. 503-12, 1988.

- (22) DIAZ-PIEDRA, C., *et al.* Fatigue in the military: towards a fatigue detection test based on the saccadic velocity. **Physiological Measurement**, v. 37, n. 9, p. 62-75, 2016.
- (23) RAHIMIAN AGHDAM, S.R., *et al.* Fatigue Assessment Scales: A comprehensive literature review. **Archives of Hygiene Sciences**, v. 8, n. 3, p. 145-53, 2019.
- (24) CELESTINO, V.R.R., BUCHER-MALUSCHKE, J.S.N.F., MARQUEZE, E.C. Fatigue at Work: Scale Validation with Airline Pilots. **BAR - Brazilian Administration Review**, v. 17, n. 3, p. 1-24, 2020.
- (25) DI STASI, L.L., *et al.* Towards a driver fatigue test based on the saccadic main sequence: A partial validation by subjective report data. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 21, n. 1, p. 122-33, 2012.
- (26) DARWENT, D. Managing fatigue: It really is about sleep. **Accident Analysis & Prevention**, v. 82, p. 20-6, 2015.
- (27) YOSHITAKE, H. Relations between the symptoms and the feeling of fatigue. **Ergonomics**, v. 14, n. 1, p. 175-86, 1971.
- (28) YOSHITAKE, H. Three characteristic patterns of subjective fatigue symptoms. **Ergonomics**, v. 21, n. 3, p. 231-3, 1978.
- (29) FISCHER, F.M. Condições de trabalho e de vida em trabalhadores de setor petroquímico. 1990. 360f. **Dissertação** (Livre Docência) - Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 1990.
- (30) ZIMPEL, R.R., *et al.* Psychometric properties of the WHOQOL-SRPB BREF, Brazilian Portuguese version. **Brazilian Journal of Psychiatry**, v. 41, n. 5, p. 411-8, 2019.
- (31) MATSUDO, S., *et al.* Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5-18, 2001.

# Qualidade de sono e fatores associados em militares da Força de Fuzileiros da Esquadra (FFE)

Guillermo Brito Portugal (FFE – MB)  
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)  
Leonice Aparecida Doimo (UNIFA – FAB)

## RESUMO

Há evidências de uma relação entre qualidade do sono e obesidade. No meio militar, esta pode se constituir em óbice para o desempenho operacional. Esta pesquisa tem o objetivo de avaliar a qualidade de sono e seus fatores associados em militares do Corpo de Fuzileiros Navais.

**Palavras-chave:** Sono; Obesidade; Forças Armadas; Performance.

## 1. INTRODUÇÃO

O sono consiste em um estado de latência cognitiva <sup>(1)</sup>, importante para o funcionamento saudável do organismo, com interferência no corpo como um todo <sup>(2)</sup>. Por ser uma das principais necessidades fisiológicas humana, alterações quali-quantitativas podem prejudicar o desempenho ocupacional do indivíduo <sup>(3)</sup>.

Trabalhadores em turnos, sobretudo no turno da noite, podem ser afetados pelos problemas causados por um tempo de sono insuficiente, estando neste grupo militares de diversas especialidades, dentre eles os Fuzileiros Navais.

O Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) representa a força estratégica de pronto emprego e de ampliação do Poder Naval. Tem como base a prontidão operativa e capacidade expedicionária para atuar em qualquer região que configure um cenário estratégico de interesse <sup>(4)</sup>. Assim, longos períodos de sono inadequado devido ao combate real ou treinamentos <sup>(5)</sup> podem ocasionar efeitos deletérios em diversas funções orgânicas.

Desta maneira, torna-se importante entender as consequências que a falta de sono pode ter na capacidade operativa desses profissionais.

O maior estudo epidemiológico sobre o sono já realizado no Brasil ocorreu na cidade de São Paulo – EPISONO, e apontou que 55% da amostra apresentava sintomas de insônia <sup>(6)</sup>.

Entretanto, o insone não está presente somente no meio civil. Um estudo americano de coorte mostrou que a incidência de insônia aumentou aproximadamente 652% em militares da ativa do Exército americano, entre 2003 e 2011 <sup>(7)</sup>. Já pesquisa conduzida com 438 policiais militares de Florianópolis, mostrou que 79,2% apresentavam qualidade de sono ruim e 35,8% sonolência excessiva diurna anormal <sup>(8)</sup>.

De modo geral, a diminuição do tempo de sono, a curto ou longo prazo, pode ocasionar um déficit em processos cognitivos e aumento do tempo de reação <sup>(9)</sup>; diminuição da memória de curto prazo e da concentração <sup>(10)</sup>; déficit no condicionamento físico <sup>(11)</sup>; aumento no índice de lesões <sup>(12)</sup>; impactos na liderança, na capacidade de tomar decisões e realizar planejamentos <sup>(13)</sup>, bem como na capacidade de revisar estratégias <sup>(14)</sup> e no discernimento frente a uma relação de perdas e ganhos <sup>(15)</sup>; e diminuição na acurácia de um atirador <sup>(16)</sup>, todos eles aspectos importantes em situação de operacionalidade militar. Além destes, problemas ligados ao sono também favorecem o aparecimento de morbidades em decorrência das alterações do metabolismo energético, como por exemplo, resistência à insulina, diabetes, hipertensão arterial, dislipidemias e obesidade <sup>(17)</sup> e, nesse contexto, militares não estão imunes ao ganho de peso excessivo em decorrência da profissão <sup>(18)</sup>.

A resistência à insulina, é associada a uma intensificação da atividade do sistema nervoso simpático, relacionado à secreção desse hormônio <sup>(19)</sup>. Outrossim, ocorrem alterações no metabolismo da glicose, devido a elevação do cortisol <sup>(20)</sup>, da adrenalina e da noradrenalina <sup>(21)</sup> e redução da resposta à insulina nos adipócitos <sup>(22)</sup>. Além disso, a elevação de marcadores inflamatórios relaciona-se à resistência insulínica <sup>(23)</sup>. Essas alterações, no longo prazo, podem promover o desenvolvimento de Diabetes Melito do tipo 2 <sup>(24)</sup>. Já o sobrepeso e obesidade decorrem do menor gasto calórico ocasionado pela fadiga associada à falta de sono <sup>(25)</sup>, por uma alteração no apetite, que leva ao consumo de alimentos mais calóricos <sup>(26)</sup> e por um desbalanço entre os hormônios grelina e leptina, que estão relacionados à sensação de fome e saciedade, respectivamente <sup>(27)</sup>.

A hipertensão arterial pode decorrer da ativação do sistema nervoso simpático <sup>(28)</sup> e da falta do descenso noturno (queda fisiológica da pressão arterial durante o sono não-REM) <sup>(29)</sup>. A dislipidemia origina-se a partir da hipóxia intermitente causada por um quadro de Apneia Obstrutiva do Sono – patologia que consiste em episódios de obstrução total ou parcial das vias aéreas superiores durante o sono, o que acarreta uma hipóxia e despertares <sup>(30)</sup>, que podem gerar ativação simpática, contribuindo para o desenvolvimento e progressão da aterosclerose <sup>(31)</sup>. Em conjunto, esses estudos evidenciam maior chance de desenvolvimento de doenças entre indivíduos que dormem regularmente menos de 5 horas em comparação com quem dorme mais de 7 horas. Entre as estatísticas apresentadas estão a chance de desenvolver obesidade 42% maior entre os curtos dormidores. Já a chance de desenvolver diabetes, hipertensão e infarto cardíaco foram, respectivamente, 40%, 69% e 152% maior também em indivíduos que dormem pouco.

Portanto, as consequências das alterações no padrão de sono são diversas e cada uma delas é dependente de uma privação de sono de curto ou longo prazo. No primeiro caso, observa-se que a privação do sono modula o humor, o desempenho cognitivo e a consolidação da memória de longo-prazo. A longo prazo, ocorre uma tendência a agravar as consequências da privação do sono, pois podem ocorrer disfunções metabólicas, aumento do estresse oxidativo, além de ser um fator de risco para doenças neurodegenerativas.

## 2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

As alterações causadas pela privação de sono nos processos cognitivos, comportamentais e psicomotores são evidenciadas pela literatura (2;32).

Programas de desenvolvimento humano operacional preservam o combatente ao considerar suas fraquezas e minimizar a suscetibilidade a lesões, doenças e fatores que influenciem o desempenho. Porém, para otimizar a efetividade do combate, é necessário identificar variáveis primárias que impactem a performance humana.

Nesse sentido, considera-se que o mapeamento da qualidade de sono e fatores associados podem contribuir para o desempenho operacional militar ao aumentar e aprimorar o conhecimento técnico-científico sobre os militares do CFN, além de possibilitar o planejamento e a avaliação das ações que se fizerem necessárias.

Assim, torna-se importante levantar o estado da arte sobre o perfil da qualidade de sono, os níveis de sonolência, o cronotipo predominante e suas associações a fatores que possam ser prejudiciais ao desempenho em operações e em combate, em Fuzileiros Navais brasileiros, visto não haver estudos dessa natureza na literatura nacional. Isto permitirá implementar ações, se necessário, para a melhoria da qualidade de sono, diminuindo a ocorrência de reveses.

## 3. OBJETIVOS

Avaliar a qualidade de sono e seus fatores associados em militares do Corpo de Fuzileiros Navais do Rio de Janeiro/RJ. Como objetivos específicos temos: Verificar o perfil da qualidade de sono, o nível de sonolência e o cronotipo predominante nos militares; avaliar a associação entre qualidade de sono e indicadores antropométricos; avaliar a associação entre qualidade do sono, nível de atividade física e comportamento sedentário; avaliar a associação entre qualidade do sono e hábitos alimentares e avaliar a associação entre qualidade do sono e estresse.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Naval Marcílio Dias (CAAE: 53174321.7.0000.5256) e será desenvolvida com militares do CFN, de ambos os sexos e do serviço ativo, subordinados ao Comando da Força de Fuzileiros da Esquadra (ComFFE), que servem na cidade do Rio de Janeiro. A coleta de dados será feita por meio de seis questionários, todos validados e amplamente utilizados pela literatura científica, a saber: Índice de Qualidade de Sono de Pittsburgh (avalia os

hábitos de sono durante o mês anterior à pesquisa); Escala de Sonolência de Epworth (determina o grau de sonolência diurna); Questionário de Matutuidade e Vespertinidade (verifica as preferências em realizar as atividades pela manhã, tarde ou noite); Questionário de Atividade Física e Comportamento Sedentário, IPAQ (determina o nível de atividade física e avalia o comportamento sedentário); Escala para verificar hábitos alimentares (verifica o padrão de consumo alimentar) e Escala K10 de distresse psicológico (avalia o grau de sofrimento psicológico). Os voluntários responderão, ainda, a uma anamnese, com informações pessoais para caracterização da amostra. Todos os instrumentos serão aplicados via LimeSurvey®. A estes dados serão agregadas as informações das avaliações antropométricas (massa corporal, estatura, perímetro de cintura e percentual de gordura) dos militares, realizadas pelo Programa Aspecto Militar, desenvolvido pela Marinha do Brasil.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se, ao final do estudo, verificar se há associação entre qualidade de sono e os indicadores de obesidade. Estas informações irão fornecer um quadro do perfil da qualidade de sono, dos níveis de sonolência e das suas associações a fatores que podem ser prejudiciais ao desempenho operacional dos Fuzileiros Navais.

## REFERÊNCIAS

- (1) GUIMARÃES, L.; SCHIRMER, M.; COSTA, Z. Implicações da privação do sono na qualidade de vida dos indivíduos. **Revista Perspectiva: Ciência e Saúde**, v. 3, n. 1, p. 147-54, 2018.
- (2) CHATTU, V.K. et al. The global problem of insufficient sleep and its serious public health implications. **Healthcare**, v. 7, n. 1, p. 1, 2018.
- (3) BERNARDO, V.M. et al. Efeitos do Trabalho em Turnos na Qualidade do Sono de Policiais: Uma Revisão Sistemática. **Revista Cubana de Medicina Militar**, v. 44, n. 3, p. 334-45, 2015.
- (4) BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **Livro Branco de Defesa Nacional**. 2020.
- (5) GRANDOU, C. et al. The Effects of Sleep Loss on Military Physical Performance. **Sports Medicine**, v. 49, p. 1159-72, 2019.
- (6) TUFIK, S. et al. Obstructive sleep apnea syndrome in the Sao Paulo epidemiologic sleep study. **Sleep medicine**, Amsterdam, v. 11, n. 5, p. 441-446, 2010.
- (7) DOPHEIDE, J.A. Insomnia overview: epidemiology, pathophysiology, diagnosis and monitoring, and nonpharmacologic therapy. **The American Journal of Managed Care**, v. 26, n. 4 Suppl, p. S76-S84, 2020.

- (8)BERNARDO, V.M. et al. Atividade física e qualidade de sono em policiais militares. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 40, p. 131-7, 2018.
- (9)BONNET, M.H.; ARAND, D.L. Clinical effects of sleep fragmentation versus sleep deprivation. **Sleep Medicine Reviews**, v. 7, n. 4, p. 297-310, 2003.
- (10)BROUWERS F.M., LENDERS J.W. Sleep-disordered breathing and hypertension. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 15, n. 4, p. 401-4, 2000.
- (11)FULLAGAR, H.H.K et al. Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. **Sports Medicine**, v. 45, n. 2, p. 161-86, 2015.
- (12)LUKE, A. et al. Sports-related injuries in youth athletes: is overscheduling a risk factor? **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 21, n. 4, p. 307-14, 2011.
- (13)HARRISON, Y.; HORNE, J.A. The impact of sleep deprivation on decision making: a review. **Journal of Experimental Psychology: Applied**, v. 6, n. 3, p. 236-49, 2000.
- (14)WESENSTEN, N.J.; BALKIN, T.J. The challenge of sleep management in military operations. **US Army Medical Department Journal**, p. 109-18, 2013.
- (15)KILLGORE, W.D.S. et al. Executive functions and the ability to sustain vigilance during sleep loss. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 80, n. 2, p. 81-7, 2009.
- (16)KAMIMORI, G.H. et al. Caffeine improves reaction time, vigilance and logical reasoning during extended periods with restricted opportunities for sleep. **Psychopharmacology**, v. 232, n. 12, p. 2031-42, 2015.
- (17)KERVEZEE, L.; KOSMADOPOULOS, A.; BOIVIN, D.B. Metabolic and cardiovascular consequences of shift work: The role of circadian disruption and sleep disturbances. **European Journal of Neuroscience**, v. 51, n. 1, p. 396-412, 2020.
- (18)HRUBY, A.; LIEBERMAN, H.R.; SMITH, T.J. Self-reported health behaviors, including sleep, correlate with doctor-informed medical conditions: data from the 2011 Health Related Behaviors Survey of US Active Duty Military Personnel. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 853, 2018.
- (19)NONOGAKI, K. New insights into sympathetic regulation of glucose and fat metabolism. **Diabetologia**, v. 43, n. 5, p. 533-49, 2000.
- (20)BUXTON, O.M. et al. Sleep restriction for 1 week reduces insulin sensitivity in healthy men. **Diabetes**, Nova Iorque, v. 59, n. 9, p. 2126-2133, 2010.

- (21) NEDELTCHEVA, A.V. et al. Exposure to recurrent sleep restriction in the setting of high caloric intake and physical inactivity results in increased insulin resistance and reduced glucose tolerance. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 94, n. 9, p. 3242-50, 2009.
- (22) BROUSSARD, J.L. et al. Impaired insulin signaling in human adipocytes after experimental sleep restriction: a randomized, crossover study. **Annals of Internal Medicine**, v. 157, n. 8, p. 549-57, 2012.
- (23) WIESER, V.; MOSCHEN, A.R.; TILG, H. Inflammation, cytokines and insulin resistance: a clinical perspective. **Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis**, v. 61, n. 2, p. 119-25, 2013.
- (24) ANOTHASINTAWEE, T. et al. Sleep disturbances compared to traditional risk factors for diabetes development: systematic review and meta-analysis. **Sleep Medicine Reviews**, v. 30, p. 11-24, 2016.
- (25) PATEL, S.R. et al. Association between reduced sleep and weight gain in women. **American Journal of Epidemiology**, v. 164, n. 10, p. 947-54, 2006.
- (26) PATEL, S.R.; HU, F.B. Short sleep duration and weight gain: a systematic review. **Obesity**, v. 16, n. 3, p. 643-53, 2008.
- (27) TAHERI, S. et al. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. **PLoS Medicine**, v. 1, n. 3, p. e62, 2004.
- (28) CALHOUN, D.A.; HARDING, S.M. Sleep and hypertension. **Chest**, v. 138, n. 2, p. 434-43, 2010.
- (29) SILVA, A.P. et al. Nocturnal sleep quality and circadian blood pressure variation. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 19, n. 10, p. 991-1005, 2000.
- (30) DRAGER, L.F. et al. Effects of continuous positive airway pressure on early signs of atherosclerosis in obstructive sleep apnea. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 176, n. 7, p. 706-12, 2007.
- (31) DRAGER, L.F.; JUN, J.; POLOTSKY, V.Y. Obstructive sleep apnea and dyslipidemia: implications for atherosclerosis. **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity**, v. 17, n. 2, p. 161, 2010.
- (32) MCEWEN, B.S.; KARATSOREOS, I.N. Sleep deprivation and circadian disruption: stress, allostasis, and allostatic load. **Sleep Medicine Clinics**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2015.

## **Linha de Atuação Técnico-científica: Avaliação e intervenção biodinâmica aplicada ao desempenho humano operacional**

### **EMENTA**

Esta Linha de Atuação Técnico-científica envolve a avaliação, a análise, o desenvolvimento e a proposição de intervenções de caráter ergonômico e/ou biomecânico, com o fito de melhorar a compatibilidade e a interação do sistema homem-máquina-ambiente, promovendo a melhoria do desempenho humano, assim como tentando evitar e diminuindo possíveis distúrbios osteomioarticulares decorrentes das atividades operacionais. Abrange também a proposição de métodos e testes de avaliação das variáveis neuromotoras, cardiorrespiratórias e de composição corporal com os propósitos de identificar e definir a carga de trabalho demandada por cada atividade operacional, os valores de referência de testes (pontos de corte) e de nortear a prescrição de exercícios físicos. Pressupõe também a avaliação dos efeitos agudos e crônicos do treinamento, de acordo com a missão fim de cada atividade operacional, de maneira a permitir que o elemento humano possa suportar as exigências biofísicas de sua respectiva atividade operacional.

# Caracterização da performance física e demanda psicofisiológica de militares submetidos ao curso de comandos de Força Aérea

Adriano Joaquim dos Santos (EAS – FAB)  
Adriano Percival Calderaro Calvo (UNIFA – FAB)  
Renato de Oliveira Massafferri (IMAE – FAB)

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo caracterizar o impacto do trabalho prolongado relacionado ao desempenho físico e demanda psicofisiológica de militares envolvidos em curso operacional extenuante e verificar a sua influência na taxa de conclusão e desempenho operacional.

**Palavras-chave:** Atividades Militares; Desempenho Humano Operacional; Curso de Operações Especiais; Carga de Treinamento.

## 1. INTRODUÇÃO

Conflitos recentes demonstram que as formas clássicas de fazer face às crises e aos conflitos armados do século passado não são mais pertinentes, oportunas e adequadas para prevenir e combater as atuais ameaças. Terrorismo, guerrilha, insurreição, movimento de resistência, combate não convencional, conflito de baixa intensidade e conflito assimétrico, por exemplo, são alguns dos conceitos ou práticas abarcados pelo conjunto de ideais, mais amplo e muito pouco compreendido, denominado guerra irregular. Nesse contexto, constata-se de forma intensiva a crescente importância que governos nacionais, em todos os continentes, estão dando às suas Forças de Operações Especiais (FOpEsp), que ganham cada vez mais relevância <sup>(1)</sup>.

A Força Aérea Brasileira (FAB) conceitua Operações Especiais (OpEsp) como “aquelas conduzidas por forças militares, especialmente organizadas, adestradas e equipadas, visando a consecução de objetivos políticos, econômicos, psicossociais ou militares relevantes, preponderantemente, por meio de alternativas militares não convencionais” <sup>(2)</sup>.

A condução bem-sucedida das OpEsp está fundamentalmente baseada no elevado nível de proficiência técnico-profissional de pequenas unidades, dotadas de uma gama de capacitações operacionais especializadas, predominantemente não convencionais, assegurando aos mais elevados escalões envolvidos respostas militares adequadas, oportunas, flexíveis e que, em situações críticas, evitam o risco de escaladas das crises e/ou conflitos, normalmente associado ao emprego de forças convencionais de maior vulto e visibilidade <sup>(3)</sup>.

As FOpEsp se engajam em uma ampla gama de missões especializadas que

requerem habilidades críticas e físicas que são variáveis e imprevisíveis, exigindo altos níveis de força, potência e resistência. As OpEsp podem variar de tarefas aeróbicas de baixa intensidade e longa duração a tarefas anaeróbicas de alta intensidade e curta duração. A capacidade de desempenho abaixo do ideal neste ambiente não afeta apenas o desempenho tático, mas também aumenta o risco de lesões musculoesqueléticas <sup>(4)</sup>.

As atividades operacionais contínuas ou constantes são geralmente realizadas por FOpEsp e são uma das formas específicas de implementação das OpEsp. Essas operações, que variam de alguns dias a várias semanas, acontecem em uma área politicamente sensível ou inimiga durante a realização de tarefas como a Ação Direta, que inclui atividades físicas extenuantes e períodos sem dormir. Os militares são rotineiramente expostos a esforços como caminhar com carga que pode atingir até 40% do peso corporal a uma distância de até 90 km. Esse treinamento gera altos níveis de estresse com o objetivo de simulação das condições de combate e os candidatos são mantidos fisicamente ativos por 16 a 22 horas por dia <sup>(5)</sup>.

Os militares empregados no campo são frequentemente expostos a longos períodos (7–30 dias) de déficit calórico, alto gasto de energia e privação de sono. Militares das FOpEsp relataram anteriormente déficits de calorias na faixa de 2500–4500 kcal.d<sup>-1</sup> durante situações operacionais <sup>(6)</sup>. Na tentativa de amenizar o efeito deletério induzido por períodos de déficit energético sobre o desempenho físico recomenda-se a obtenção de altos níveis de força, potência e hipertrofia muscular por meio de programas de treinamento físico e suporte nutricional ideais <sup>(7)</sup>.

Segundo Kraemer et al. <sup>(8)</sup>, as abordagens de treinamento para integração da força com outras capacidades físicas necessárias demonstraram exigir um modelo de periodização que tenha flexibilidade para mudanças e seja capaz de se adaptar às circunstâncias em constante mudança que afetam a qualidade dos exercícios. Uma análise de necessidades, o desenvolvimento de módulos de treinamento periodizados e a individualização de programas são necessários para otimizar a força do combatente moderno <sup>(8)</sup>.

Nindl et al. <sup>(6)</sup> examinou a recuperação de curto prazo da força e potência muscular e a relação com marcadores hormonais e mudanças na composição corporal entre militares após severa perda de peso durante 8 semanas de treinamento dos Rangers do Exército dos EUA que combinou restrição calórica e treinamento físico intenso. Como consequência dessas mudanças fisiológicas, o desempenho físico também foi prejudicado (capacidade de levantamento máximo: – 21,2%; força explosiva: – 22,3%; salto vertical: – 17,5%) na conclusão do curso.

Tornero-Aguilera et al. <sup>(9)</sup> mostrou como um programa de treinamento específico para um curso de seleção de OpEsp do Exército da Finlândia melhorou a força muscular (salto horizontal:  $5.11 \pm 0.98\%$  cm), o desempenho aeróbio (corrida de 2km:  $- 0.45 \pm 0.03\%$  seg) e anaeróbio (corrida de 50m:  $- 0.34 \pm 0.05\%$  seg), a resiliência, a tolerância ao estresse, a flexibilidade psicológica, e a proporção de candidatos aceitos aumentou em comparação com os anos anteriores.

Na FAB, o Esquadrão Aeroterrestre de Salvamento (PARA-SAR), sediado na Base Aérea de Campo Grande, é a Organização Militar que possui como missão

institucional “Manter o preparo técnico-profissional a fim de ser empregado para o cumprimento das Ações Diretas, Reconhecimento Especial, Contraterrorismo, Guiamento Aéreo Avançado, Busca e Salvamento e Busca e Salvamento em Combate”. O PARA-SAR também é responsável por coordenar e ministrar os cursos de formação operacional destinados à capacitação dos militares voluntários em servir na Unidade. Dentre esses cursos, o Curso de Comandos de Força Aérea (CCFA) possui como objetivo proporcionar aos instruídos conhecimentos que os capacitem a desempenhar funções de operadores especiais.

Embora os cursos de formação operacional, especialmente o de OpEsp, tenham o objetivo de preparar e melhorar o desempenho técnico do militar quanto a fatores biopsicossociais e físicos, eles exercem forte papel seletivo, pois simulam condições extremas as quais os militares estão sujeitos a enfrentar em missões reais. Portanto, algumas fases do curso são exaustivas e compreendem longos períodos de atividade, privação de descanso e de sono, e grande carga de tarefas físicas, cognitivas e/ou emocionais. Indesejavelmente, essa combinação de fatores é favorável (i) à perda do desempenho do combatente em tarefas que exijam grandes gastos energéticos <sup>(10)</sup>, (ii) à perda de resistência a condições ambientais severas, como o calor intenso <sup>(11)</sup>; (iii) à perda de força muscular <sup>(12)</sup>; (iv) à perda de potência muscular <sup>(13)</sup>; (iv) à perda de massa corporal e massa magra <sup>(12,14)</sup>; e (v) a lesões musculares <sup>(15)</sup>.

Desta forma, estratégias de preparação prévia ao curso, bem como o planejamento da carga física imposta, poderiam ser mais bem planejadas a fim de melhorar o aproveitamento dos recursos humanos capacitados a comporem o efetivo operacional do PARA-SAR, aumentando sua capacidade de pronta-resposta, possibilitando um emprego seguro, eficiente e eficaz da FAB.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA QUESTÃO-PROBLEMA

O estresse do combate é prejudicial ao desempenho humano operacional, mas estratégias de preparação anteriores ao emprego real ou treinamento podem minimizar esse impacto.

Há escassez de estudos que descrevam as respostas psicofisiológicas no contexto da FAB (tipo de missão, condições geográficas e climáticas, características genótípicas dos militares brasileiros) o que subsidiaria o delineamento de protocolos de avaliação e treinamento físico adequado às nossas necessidades específicas. O que existe de dados na literatura são inconclusivos em virtude da variedade de protocolos de avaliação, intervenção e delineamentos estudados, além de serem estudos realizados com o objetivo de atender as demandas específicas das missões institucionais de cada força componente, não levando em conta o contexto particular de FOpEsp pertencente à Força Aérea.

Diante deste cenário, observa-se a necessidade de produzir uma resposta à questão norteadora de forma estruturada, com metodologia específica, para que possamos compreender o perfil dos militares envolvidos em operações extenuantes de treinamento ou emprego real, bem como o seu impacto no decorrer dos cursos operacionais.

### 3. JUSTIFICATIVA

Um alto nível de aptidão física é um fator importante para o desempenho ideal nas FOpEsp. Ainda assim, informações sobre treinamento físico para operadores especiais não são facilmente acessíveis. Os resultados do estudo de Solberg et al. <sup>(16)</sup> com os operadores especiais da Marinha da Noruega apoiam os benefícios da programação periodizada combinada e sessões de treinamento individualizado.

As demandas colocadas em um militar podem resultar em um estresse crônico, levando à diminuição do desempenho da missão, aumento do risco de ferimentos e aumento da suscetibilidade a doenças. Esses fatores são exacerbados por estratégias de treinamento inadequadas, como ênfase excessiva em exercícios de resistência combinados com outros fatores de estresse, como falta de sono ou nutrição inadequada. Indivíduos com melhor aptidão física não só se beneficiam do melhor desempenho da missão, mas também são mais resistentes aos estressores operacionais enfrentados durante o combate. Em última análise, os militares resilientes são mais capazes de lidar com as demandas físicas e mentais da profissão militar e, a longo prazo, terão um desempenho melhor, mantendo a saúde e o bem-estar <sup>(17)</sup>.

O treinamento militar necessita de uma variação maior nos estímulos de treinamento para induzir adaptações de treinamento mais eficazes, principalmente, quando se considera o desenvolvimento da força máxima ou explosiva e da capacidade aeróbia máxima. Os programas de treinamento devem ser bem periodizados para que a carga total de treinamento aumente progressivamente, mas também inclua períodos de recuperação suficientes. Além disso, alguma programação individualizada é necessária para evitar lesões desnecessárias e sobrecarga, porque as diferenças na aptidão física inicial dos militares podem ser muito altas <sup>(18)</sup>.

Portanto, através da presente pesquisa, pretende-se identificar as características de desempenho físico e demanda psicofisiológica dos militares voluntários ao CCFA e sua relação com a taxa de conclusão, com o propósito de melhorar a capacitação e o desempenho operacional dos futuros operadores especiais da FAB.

### 4. OBJETIVOS

#### 4.1 Objetivo Geral:

Caracterizar o desempenho físico e demanda psicofisiológica e identificar a demanda de carga de treinamento físico de militares voluntários durante o Curso de Comandos de Força Aérea.

## 4.2 Objetivos Específicos:

- Caracterizar o desempenho físico de militares voluntários durante o CCFA;
- Caracterizar estados de humor e sintomas de lesão osteomusculares durante e ao final do CCFA;
- Caracterizar a demanda psicofisiológica em cada fase do CCCFA, de forma total e fracionada;
- Identificar possíveis relacionamentos entre fatores individuais pessoais e profissionais, estados de humor, lesões, afastamentos médicos, desempenho físico inicial e demanda psicofisiológica individual com o desempenho geral dos militares voluntários ao CCFA.

## REFERÊNCIAS

- (1)VISACRO, A. **Guerra Irregular. Terrorismo, guerrilha, e movimentos de resistência ao longo da história**. São Paulo/SP: Contexto, 2009.
- (2)BRASIL. Comando da Aeronáutica. COMPREP. **Portaria COMPREP Nº 607/COMPREP, de 8 de dezembro de 2021. Aprova Manual de Operações Especiais (MCA 55-42)**. Boletim do Comando da Aeronáutica nº 30, de 17 de dezembro de 2021. Material de acesso restrito.
- (3)DUNNIGAN, J.F. **Ações de Comandos. Operações especiais, comandos e o futuro da arte da guerra norte-americana**. Rio de Janeiro/RJ: Biblioteca do Exército, 2008.
- (4)ROYER, S.D. *et al.* Training strategies maintain performance characteristics in marines selected for marine forces special operations individualized training course. **Military Medicine**, v. 187, n. 11-12, p. e1271-77, 2021.
- (5)SPORI , G. *et al.* Effects of a training program for special operations battalion on soldiers' fitness characteristics. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 10, p. 2872-82, 2012.
- (6)NINDL, B.C. *et al.* Physical performance and metabolic recovery among lean, healthy men following a prolonged energy deficit. **International Journal of Sports Medicine**, v. 18, n. 5, p. 317-24, 1997.
- (7)NINDL, B.C. *et al.* Physiological consequences of U.S. Army Ranger training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1380-7, 2007.
- (8)KRAEMER, W.J.; TUNDE, K.S. Strength training for the warfighter. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 2, p. 107-18, 2012.

- (9) TORNERO-AGUILERA, J.F. *et al.* Psychophysiological Intervention to Improve preparedness in military special operations forces. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 11, p. 953-8, 2019.
- (10) ENGLE-FRIEDMAN, M. The effects of sleep loss on capacity and effort. **Sleep Science**, v. 7, n. 4, p. 213-24, 2014.
- (11) CHENNAOUI, M. *et al.* Sleep and exercise: a reciprocal issue? **Sleep Medicine Reviews**, v. 20, p. 59-72, 2015.
- (12) TOMCZAK, A.; RÓZANSKI, P.; JÓWKO, E. Selected coordination motor abilities of students of the University of Physical Education during survival training. **Polish Journal of Sport and Tourism**, v. 24, n. 2, p. 102-5, 2017.
- (13) NINDL, B.C. *et al.* Physiological consequences of U.S. Army Ranger training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1380-7, 2007.
- (14) MALAVOLTI, M. *et al.* Effect of intense military training on body composition. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 503-8, 2008.
- (15) JÓWKO, E. *et al.* Effects of a 36-h survival training with sleep deprivation on oxidative stress and muscle damage biomarkers in young healthy men. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2066, 2018.
- (16) SOLDBERG, P.A. *et al.* Development and implementation of a new physical training concept in the Norwegian Navy Special Operations Command. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 11, p. 204-10, 2015.
- (17) SZIVAK, T.K.; WILLIAM, J.K. Physiological readiness and resilience: pillars of military preparedness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 11, p. 34-9, 2015.
- (18) KYROLAINEN, H. *et al.* Optimising training adaptations and performance in military environment. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 11, p. 1131-8, 2018.

# Bases para um estudo de validade e confiabilidade do ultrassom portátil na avaliação da composição corporal

André Justino de Carvalho (EsEFEx – EB)

Samir Ezequiel da Rosa (IPCFEx – EB)

Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (UNIFA – FAB)

## RESUMO

A Marinha do Brasil e a Força Aérea Brasileira utilizam o índice de massa corporal (IMC) como ponto de corte para ingresso em suas fileiras. Este protocolo não parece ser adequado para diagnosticar se o indivíduo é obeso. O objetivo deste estudo é verificar a validade do ultrassom portátil modo A como alternativa para avaliar a composição corporal em militares.

**Palavras-chave:** Índice de massa corporal; Ultrassom portátil; Forças Armadas; Obesidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a prevalência da obesidade teve um crescimento em proporções pandêmicas<sup>(1)</sup>, atingindo também as Forças Armadas de todo o mundo e, como consequência, gerando aumento de custos na saúde, desgaste na imagem da força, diminuição da capacidade de trabalho administrativo e perdas no desempenho operacional das tropas, sendo esta última a mais importante por ser a atividade fim das Forças Armadas<sup>(2)</sup>.

Tentando abrandar as consequências do excesso de gordura corporal, os militares da Marinha do Brasil e da Força Aérea Brasileira passaram a tomar medidas de prevenção e controle com o diagnóstico de obesidade por meio da utilização do IMC. Este protocolo é utilizado por ser de fácil aplicabilidade, porém, não mostra forte correlação com a gordura corporal real, além de não ser capaz de diferenciar massa muscular de massa de gordura<sup>(3)</sup>.

Para diminuir os erros de diagnóstico que ocorrem na utilização do IMC para determinar obesidade há outras técnicas disponíveis, como a tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM), bioimpedância (BIA), pesagem hidrostática (PH), plestimologia por deslocamento de ar (PDA), pesagem submersa (PS), medidas antropométricas (MA), absorciometria de raios X de dupla energia (DXA) e ultrassom portátil modo A (US-P)<sup>(4,5)</sup>. Cada um destes protocolos têm pontos fortes e limitações únicos, como: aplicabilidade, manuseio do equipamento, custo, portabilidade, exposição a radiação, precisão, necessidade de qualificação profissional, entre outros<sup>(6)</sup>. A escolha entre o melhor método é determinada pela ponderação entre todos estes fatores, aquele que apresentar maior número de benefícios e adequação, face as limitações, é selecionado. Os pontos fortes e limitações dessas tecnologias estão resumidas na Tabela 1.

**Tabela 1-** Pontos fortes e limitações dos métodos de avaliação da composição corporal

Indiretos	Tomografia computadorizada	✗	✗	✗	✓	✓
	Ressonância magnética	✗	✗	✗	✓	✓
	Pesagem hidrostática	✗	✗	✗	✓	✓
	Plestimologia de ar	✗	✗	✗	✓	✓
	Pesagem submersa	✗	✗	✗	✓	✓
	Absorciometria de raios X de dupla energia	✗	✗	✗	✓	✓
Duplamente indiretos	Medidas antropométricas	✓	✓	✓	✗	✗
	Ultrassom portátil	✓	✓	✓	✗	✓
	Dobras cutâneas	✓	✓	✓	✗	✗
	Bioimpedância	✓	✓	✗	✓	✗

Fonte: Adaptado de Kendle *et al.*

O Ultrassom portátil modo A (US-P) apresenta-se como uma alternativa viável para avaliação da composição corporal. Segundo o fabricante (IntelaMetrix, Inc., Livermore, CA, USA), o aparelho da BodyMetrix BX-2000 possui baixo custo, cerca de R\$17.000,00; facilidade de manuseio, boa portabilidade e possibilidade de monitoramento da composição corporal de grandes populações, com o tempo médio de avaliação de 10 minutos por pessoa. Estas vantagens contrasta-se com outros métodos mais sofisticados que possuem custo elevado e somente podem ser utilizados em ambiente laboratorial <sup>(7-9)</sup>.

Embora o US-P demonstre boa confiabilidade para os testes de repetibilidade (intra-avaliador) e reprodutibilidade (interavaliadores) com avaliadores experientes e com menos experiência <sup>(7,10-13)</sup>; ele parece não apresentar dados robustos sobre a validade nos resultados calculados por meio do software do fabricante (BodyMetrix BX 2000, IntelaMetrix, Inc., Livermore, CA) <sup>(7,12,14-16)</sup>. Porém, quando os valores calculados por este software foram associados a outras variáveis e aplicadas a uma equação de regressão linear múltipla, os resultados encontrados foram melhores e mais robustos. As variáveis que alcançaram os melhores resultados foram a circunferência da cintura (CC), braço, coxa e panturrilha, associados aos valores dos sítios mensurados pelo protocolo de sete dobras de Jackson e Pollock <sup>(17)</sup> medidos pelo US-P. O emprego do protocolo de sete dobras de Jackson e Pollock <sup>(18)</sup> justifica-se por ter associação mais forte com o método de referência, quando comparado com os demais protocolos disponíveis no software do fabricante do US-P <sup>(10,19,20)</sup>.

Assim, devido a essa diferença nos resultados dos achados, os objetivos deste estudo são verificar a validade e confiabilidade do ultrassom portátil modo A, e desenvolver e validar equações de predição para estimar o percentual de gordura corporal (%GC), comparando-o com resultado obtido pela absorciometria de raios-x de dupla energia (DXA).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo de corte transversal foi aprovado pelo Comitê de Ética local, com número do protocolo CAAE: 54345521.3.0000.9433.

A amostra será de 201 militares do Exército Brasileiro de ambos os sexos, com idades entre 18 e 55 anos, voluntários que participarem do programa de monitoramento da síndrome metabólica (SM), realizado pelo Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCEx). O cálculo do tamanho amostral foi estimado por meio do software G\*Power versão 3.1.9.7 (Universität Kiel, Alemanha). Foram introduzidas as seguintes informações: F tess; regressão linear múltipla: modelo fixo,  $R^2$  desvio a partir do zero; tamanho de efeito  $f^2 = 0,1$ ; erro  $\alpha = 0,05$ ; poder do teste = 0,8; número de preditores = 15 (Figura 1).

**Figura 1-** Cálculo do tamanho da amostra estimados pelo G.Power.

Test family		Statistical test	
F tests		Linear multiple regression: Fixed model, $R^2$ deviation from zero	
Type of power analysis			
A priori: Compute required sample size - given $\alpha$ , power, and effect size			
Input Parameters		Output Parameters	
Determine =>	Effect size $f^2$	Noncentrality parameter $\lambda$	20.1000000
	$\alpha$ err prob	Critical F	1.7207501
	Power ( $1 - \beta$ err prob)	Numerator df	15
	Number of predictors	Denominator df	185
		Total sample size	201
		Actual power	0.8002324

Fonte: software G Power

## 3. PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Será um desenho de seção única onde os protocolos serão avaliados na seguinte ordem: avaliações antropométricas, escaneamento por meio de DXA, e mensurações utilizando o US-P.

Serão medidos a massa corporal, estatura, circunferência da cintura (CC), abdômen, quadril, braço, coxa e panturrilha<sup>(21)</sup>. Os voluntários estarão em posição ortostática, descalços e usando somente trajés de banho.

A avaliação com o US-P será realizada com o ultrassom modelo BodyMetrix A-mode. Uma fina camada de gel será aplicada no transdutor do aparelho e, em seguida, colocado perpendicularmente até o ponto de contato com a pele em cada um dos sete locais de observação, sempre ao lado direito, seguindo o protocolo de Jackson – Pollock de sete dobras (JP7)<sup>(22)</sup>. Será tomado cuidado para controlar a pressão do US-P contra a pele para evitar o mínimo de deformação do tecido.

As avaliações antropométricas e com o US-P serão feitas por profissionais qualificados e treinados nos dois protocolos, e os testes serão feitos de maneira que os avaliadores estejam cegos para os resultados dos outros.

A avaliação com o aparelho de absorciometria por dupla emissão de raio-X (DXA) será feita com um aparelho da General Electric (modelo iLunar, software CoreScan 2015, versão 14.10.022 41,42). A partir do escaneamento de corpo inteiro. Serão obtidos os dados de massa gorda total, massa magra total, percentual de gordura corporal total (%GC), tecido adiposo visceral e índice de massa gorda.

As avaliações no DXA serão conduzidas por um técnico em radiologia do IPCFE<sub>x</sub>, o qual também deverá realizar as calibrações diárias do aparelho antes do início do escaneamento, conforme prevê o fabricante <sup>(23,24)</sup>.

#### 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas serão feitas por meio software SPSS®, versão 20 (IBM, Chicago, EUA). A significância estatística aceitável será definida em 95% para todos os testes. Os dados demográficos serão apresentados como valores de média e desvio padrão. Será utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição da amostra.

O Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ) será realizado para verificar a validade da correlação entre o %GC encontrado pelo DXA e US-P para a amostra total e por sexo. Para o desenvolvimento da equação, será usado um modelo de regressão linear múltipla ( $R^2$ ). O resultado do %GC encontrado pelo DXA será utilizado como variável independente. AS variáveis dependentes serão os resultados da espessura da camada de gordura dos sete sítios (Jackson e Pollock) encontrados pelo US-P; das circunferências do braço, da coxa, da panturrilha e da cintura; idade, sexo, massa e estatura; totalizando 15. A equação escolhida será a que apresentar o menor erro padrão de estimativa (SEE), maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ); e menor quantidade de variáveis independentes. Os gráficos de Bland-Altman serão usados para demonstrar reprodutibilidade por meio da concordância descoberta entre os resultados de %GC avaliados no DXA e a melhor equação encontrada. Será usado a diferença média entre os métodos e os limites de concordância de 95%.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Forças Armadas de todo o mundo acompanham esta tendência de elevação do número de obesos em seus quadros, afetando diretamente os padrões de trabalho nas diversas missões administrativas e operacionais. Desta forma, é imperativo a criação de mecanismos práticos de identificação acurada da obesidade e o US-P parece ser uma alternativa viável para a avaliação da composição corporal de militares.

## REFERÊNCIAS

- (1)NCD RISK FACTOR COLLABORATION. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128 9 million children, adolescents, and adults. **Lancet**, v. 390, n. 10113, p. 2627-42, 2017.
- (2)SIMÕES, B.L.B.; DE OLIVEIRA, C.R. A promoção de saúde e a prevenção de doenças em apoio à sustentabilidade financeira do sistema de saúde do Exército, considerando as vertentes operacional e assistencial. **Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Formação Militar) - Curso de Aperfeiçoamento Militar/Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais Médicos**, Escola de Saúde do Exército, Rio de Janeiro, 2020.
- (3)NEVES, E.B. *et al.* Comparison of the fat percentage obtained by bioimpedance, ultrasound and skinfolds in young adults. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 5, p. 323-7, 2023.
- (4)LEITE, M. **Métodos de avaliação da composição corporal** [Internet]. 2004. Disponível em: [https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54643/5/103136\\_04-57T\\_TL\\_01\\_P.pdf](https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54643/5/103136_04-57T_TL_01_P.pdf)
- (5)REZENDE, F.A. *et al.* Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v. 57, n. 4, p. 327-34, 2007.
- (6)KENDLER, D.L. *et al.* The official positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of use and reporting of DXA for body composition. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 16, n. 4, p. 496-507, 2013.
- (7)SMITH-RYAN, A.E. *et al.* Reproducibility and validity of A-mode ultrasound for body composition measurement and classification in overweight and obese men and women. **PloS one**, v. 9, n. 3, p. e91750, 2014.
- (8)KRUGER, H.S. *et al.* The relationship between female adiposity and physical attractiveness amongst adults in rural Ranaka village, Botswana. **South African Journal of Clinical Nutrition**, v. 33, n. 1, p. 17-22, 2020.
- (9)RIPKA, W.L. *et al.* Composición corporal evaluada por pliegues cutáneos y bioimpedancia en varones militares brasileños. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte**. v. 14, n. 54, p. 279-89, 2014.
- (10)RIPKA, W.L. *et al.* Portable A-Mode Ultrasound for body composition assessment in adolescents. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 35, n. 4, p. 755-60, 2016.

- (11) CARVALHO, A.J. *et al.* Confiabilidade do ultrassom portátil na avaliação da composição corporal de militares. In: Anais do 44<sup>o</sup> Simpósio Internacional de Ciências do Esporte e 4<sup>o</sup> Simpósio de Atividade Física e Comportamento Sedentário. **Anais...São Caetano do Sul(SP): CELAFISCS, 2021.**
- (12) HENDRICKSON, N. *et al.* Reliability and validity of A-Mode Ultrasound to quantify body composition. **Journal of Orthopaedic Trauma**, v. 33, n. 9, p. 472-7, 2019.
- (13) WAGNER, D.R.; TERAMOTO, M. Interrater reliability of novice examiners using A-mode ultrasound and skinfolds to measure subcutaneous body fat. **PLoS One**, v. 15, n. 12, p. e0244019, 2020.
- (14) WAGNER, D.R.; CAIN, D.L.; CLARK, N.W. Validity and reliability of A-Mode Ultrasound for body composition assessment of NCAA Division I Athletes. **PLoS One**, v. 11, n. 4, p. e0153146, 2016.
- (15) CARVALHO, A.J. *et al.* Validade do ultrassom portátil na avaliação da composição corporal de militares. **Revista de Educação Física**. v. 90, n. 4, suplemento especial, p. s-42-s43, 2021.
- (16) JOHNSON, K.E. *et al.* Agreement between ultrasound and dual-energy X-ray absorptiometry in assessing percentage body fat in college-aged adults. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 34, n. 6, p. 493-6, 2014.
- (17) BIELEMANN, R.M. *et al.* Estimation of body fat in adults using a portable A-mode ultrasound. **Nutrition**, v. 32, n. 4, p. 441-6, 2016.
- (18) JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.
- (19) KANG, S. *et al.* Validity of the portable ultrasound bodymetrix<sup>TM</sup> Bx-2000 for measuring body fat percentage. **Sustainability (Switzerland)**. v. 12, n. 21, p. 1-9, 2020.
- (20) BARANAUSKAS, M.N. *et al.* Seven-site versus three-site method of body composition using BodyMetrix ultrasound compared to dual-energy X-ray absorptiometry. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 3, p. 317-21, 2017.
- (21) FREITAS JR., I. F. **Padronização de medidas antropométricas e avaliação da composição corporal**. São Paulo/SP: CREF4/SP, 2018.
- (22) SMITH-RYAN, A.E. *et al.* Reproducibility and validity of A-mode ultrasound for body composition measurement and classification in overweight and obese men and women. **PloS one**, v. 9, n. 3, p. e91750, 2014.

(23) ROTHNEY, M.P. *et al.* Precision of GE Lunar iDXA for the measurement of total and regional body composition in nonobese adults. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 15, n. 4, p. 399-404, 2012.

(24) FURLAM, P.L. *et al.* Visceral adipose tissue in granulomatosis with polyangiitis: association with disease activity parameters. **Clinical Rheumatology**, v. 40, n. 7, p. 2835-41, 2021.

# Efeito dos treinamentos aeróbio e cross operacional no tecido adiposo visceral de militares do Exército Brasileiro

André Luiz Campos Martins dos Santos (CDE – EB)

Samir Ezequiel da Rosa (IPCFE<sub>x</sub> - EB)

Fabírcia Geralda Ferreira (EPCAR - FAB)

## RESUMO

Evidências sugerem que o exercício físico reduz o tecido adiposo visceral (TAV) em adultos. Porém, ainda é controverso qual protocolo é o mais efetivo. Objetiva-se avaliar o efeito da corrida contínua e do cross operacional no TAV de militares do Exército Brasileiro.

**Palavras-Chave:** Gordura intra-abdominal; Exercício físico; Obesidade

## 1. INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crônica não transmissível, caracterizada pelo acúmulo excessivo de adiposidade corporal. Está diretamente relacionada ao aumento das prevalências e incidências de diversas doenças, entre elas câncer e doenças cardiovasculares <sup>(1)</sup>, e associa-se ao crescimento do número de mortes e diminuição da expectativa de vida <sup>(2)</sup>.

A obesidade, identificada pelo Índice de Massa Corporal (IMC), é usualmente utilizada em estudos populacionais e na prática clínica <sup>(3)</sup>. No entanto, medidas da obesidade central são melhores preditoras de doenças cardiometabólicas e do elevado risco de mortalidade <sup>(4)</sup> em relação ao IMC. Raghu Teja *et al.* <sup>(5)</sup> constataram que, embora os tecidos adiposos subcutâneo e visceral (TAV) estejam relacionados com os fatores de riscos metabólicos, o TAV está mais fortemente associado ao perfil de elevado risco de doenças metabólicas. Outrossim, há evidências de que a obesidade central é a origem de uma sucessão de disfunções metabólicas como dislipidemia, hipertensão e resistência à insulina que compõem a Síndrome Metabólica (SM) <sup>(6)</sup>.

A medição precisa da área de gordura visceral é o primeiro passo para identificação da prevalência do agravo. Para isso, por praticidade, utilizam-se medidas do perímetro da cintura (PC) ou da relação cintura-quadril. Porém, ambas incluem tanto a gordura visceral como subcutânea.

Medidas que empregam métodos de imagens como a tomografia computadorizada, ressonância magnética ou absorção de raios-X de dupla energia (DXA) são consideradas mais acuradas <sup>(7)</sup>. Por outro lado, busca-se determinar o risco de doenças metabólicas por meio de índices específicos ou equações preditivas, como por exemplo, a pesquisa realizada por Da Rosa *et al.* <sup>(8)</sup> que desenvolveu e validou

equações de estimativa do TAV em militares do Exército Brasileiro (EB). Dentre as equações desenvolvidas, a equação “idade\*13,0 + PC\*60,0 - 4975,5”, dentre as equações desenvolvidas, foi a mais adequada, por ser de fácil aplicação, apresentar maior poder preditivo (81,0%) e menor viés (1,86), sendo que sua validação forneceu valores médios de TAV próximos aos encontrados no DXA ( $p = 0,970$ ).

No que se refere à prevalência de obesidade central no meio militar, revisão sistemática conduzida por Baygi *et al.* <sup>(9)</sup> mostrou uma estimativa de 29%. Já no Brasil, Fortes *et al.* <sup>(10)</sup>, observaram numa amostra de ~ 2.800 militares do EB, que 22% tinham PC elevado ( $\geq 90$  cm), configurando um dos fatores de risco da SM (11). Recentemente, Da Rosa *et al.* <sup>(12)</sup> avaliando 270 militares do EB (74 com e 96 sem SM) observaram que as médias dos PC e da massa de TAV do grupo com SM (96,3 cm e 1462,8 g) foram significativamente maiores ( $p < 0,0001$ ) em relação àqueles sem SM (87,1 cm e 761,2 g).

Como os índices de obesidade geral e central tem aumentado no meio militar, é fundamental o desenvolvimento de estratégias para minimizar este processo. Neste sentido, o emprego do exercício físico apresenta-se como uma ferramenta eficiente e segura de redução da massa de gordura subcutânea e do TAV <sup>(13)</sup>. Intervenções conduzidas utilizando exercício aeróbio contínuo com variações de volume e intensidade, resultaram em mudanças significativas no TAV <sup>(14-16)</sup>. Igualmente, pesquisa utilizando protocolo de high intensity interval training (HIIT) verificou que, apesar de demandar tempo menor por sessão ( $19 \pm 0$  min) em relação ao treinamento contínuo aplicado no estudo ( $34 \pm 4.8$  min), o mesmo também foi eficaz na redução do TAV <sup>(17)</sup>.

Corroborando, em pesquisa com treinamento anaeróbio sprint interval training (SIT) e HIIT, com 12 semanas de duração, observou redução significativa da gordura visceral nos dois treinos, e nenhuma diferença na magnitude da redução entre os mesmos ( $p > 0,05$ ) <sup>(18)</sup>.

Contudo, pesquisas sobre o efeito do exercício de força no TAV apresentaram resultados inconsistentes. Ibanez *et al.* <sup>(19)</sup> observaram significativa redução do volume de gordura visceral. Já Keating *et al.* <sup>(20)</sup> não encontram efetividade deste método quando empregado isoladamente e, mesmo a combinação do exercício aeróbio com exercício de força não mostrou diferença nos resultados em relação ao emprego exclusivo de exercício aeróbio <sup>(21)</sup>.

Analogamente, pesquisou-se o efeito do treinamento em circuito por 10 semanas, sendo três sessões semanais com exercícios dinâmicos e calistênicos, em alta intensidade <sup>(22)</sup>. Apesar da redução de 6,4% no TAV do grupo de intervenção, não houve diferença significativa em comparação com o grupo controle, provavelmente por erros e imprecisões metodológicas, sendo inconclusiva a eficiência desse método.

No EB, o exercício físico é regulado pelo manual EB70-MC-10.375 <sup>(23)</sup>, estando entre os métodos prescritos a corrida contínua (CC) e o Cross Operacional (CO). As práticas prescritas buscam atender à operacionalidade e ao cumprimento da missão das Forças Armadas. O treinamento físico militar (TFM) baseia-se em

exercícios para aptidão cardiorrespiratória, muscular e exercícios utilitários<sup>(23)</sup>. Estudo conduzido no EB avaliando o efeito de 13 semanas de TFM na gordura corporal<sup>(24)</sup> mostrou redução desta. No entanto, não há dados sobre a influência no TAV. Assim, há uma lacuna no conhecimento, sendo necessário investigar o efeito do TFM no TAV dos militares.

## 2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Este trabalho servirá para avaliar o efeito da CC e CO, como sugeridos no manual do EB, no TAV. Verificaremos se tais métodos, além de desenvolver ou manter a operacionalidade do militar, também são eficazes como tratamento para redução da obesidade visceral.

## 3. OBJETIVOS

Verificar o efeito dos métodos de treinamento, aeróbio e cross operacional, no tecido adiposo visceral de militares do EB.

Como objetivos específicos temos: Determinar os valores de gordura visceral, massa gorda total, massa magra total e percentual de gordura total, antes e após 12 semanas de TFM; verificar o efeito dos treinamentos aeróbio e cross operacional nos parâmetros de composição corporal; e verificar o efeito desses treinamentos no desempenho físico dos militares.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Será conduzido três vezes por semana, durante 12 semanas, um ensaio-clínico randomizado, controlado. A população do estudo será constituída por militares do EB, da ativa, sendo a amostra selecionada por conveniência. Os participantes, serão randomizados em dois grupos de intervenção, utilizando o software randomized.

Calculou-se o tamanho da amostra utilizando o software G Power Versão 3.1. Os parâmetros adotados foram: ANOVA mista de dois fatores com medidas repetidas; tamanho de efeito de 0,45; erro alfa = 0,05; poder de 0,80; e número de grupos e de mensurações igual a 2. O número de participantes necessários será de 32 para uma potência de 0,811. Acrescentaremos a este valor 20% para cobertura de perdas, necessitando de 40 voluntários (20 por grupo de intervenção).

Somente participarão militares do sexo masculino, entre 30 e 45 anos, que se enquadrarem no conceito “bom” no teste de Cooper de 12 minutos do último Teste de Avaliação Física (TAF) válido e com PC  $\geq$  90 cm.

Voluntários que tenham realizado nos últimos dois anos procedimento cirúrgico na região abdominal ou que estejam participando de outro programa de treinamento não poderão participar. Aqueles que não cumprirem, no mínimo, 75% das sessões de treinamento ou faltarem dois dias consecutivos serão excluídos.

O estudo será realizado em três etapas. Na primeira os voluntários preencherão um questionário PAR-Q, realizarão avaliações antropométricas e da composição corporal e o 1º TAF. Na segunda etapa será procedida a intervenção e realização do 2º TAF. Na terceira etapa serão repetidas as avaliações antropométrica e da composição corporal.

Na avaliação antropométrica serão avaliados a massa corporal total, estatura e PC. Já a avaliação da composição corporal conduzida no DXA inclui dados de massa gorda total, massa magra total, percentual de gordura corporal total, o índice de massa gorda e o TAV (massa em g e volume em cm<sup>3</sup>). A aptidão física será avaliada pelo TAF <sup>(25)</sup>.

Os militares serão divididos em dois grupos de intervenção. O grupo 1 realizará um programa de treinamento de CC, enquanto o grupo 2 CO. Os métodos de treinamento sugeridos estão estabelecidos no manual do Exército <sup>(23)</sup> e no caderno de instrução do CO (26). A progressão de carga, volume e intensidades seguirão os padrões estabelecidos para Organização Militar não operacional.

Os grupos de intervenção realizarão, ainda, treinamento neuromuscular composto por flexão na barra fixa e flexão de braços, duas vezes por semana conforme manual de TFM em vigor.

Durante as sessões de treinamento haverá acompanhamento de um profissional de Educação Física. Os militares receberão orientação nutricional. A intensidade do treinamento, e o consumo calórico serão controlados por meio de frequencímetro e escala de percepção subjetiva do esforço de Borg modificada.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se verificar a influência da CC e do CO no TAV. Os resultados obtidos serão relatados, para que medidas de melhoramentos no TFM e no controle do TAV possam ser implementadas com segurança e propriedade, visando recuperação do padrão de operacionalidade.

## REFERÊNCIAS

<sup>(1)</sup>ROMIEU, I. *et al.* Energy balance and obesity: what are the main drivers? **Cancer Causes & Control**, v. 28, n. 3, p. 247-58, 2017.

<sup>(2)</sup>CAPEHORN, M.S.; HASLAM, D.W.; WELBOURN, R. Obesity Treatment in the UK Health System. **Current obesity reports**, v. 5, n. 3, p. 320-6, 2016.

<sup>(3)</sup>LU, Y. *et al.* Metabolic mediators of the effects of body-mass index, overweight, and obesity on coronary heart disease and stroke: A pooled analysis of 97 prospective cohorts with 1 8 million participants. **The Lancet**, v. 383, n. 9921, p. 970-83, 2014.

- (4)SONG, X. *et al.* Comparison of various surrogate obesity indicators as predictors of cardiovascular mortality in four European populations. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n. 12, p. 1298-1302, 2013.
- (5)RAGHU TEJA, K.J.S.S.; DURGAPRASAD, B.K.; VIJAYALAKSHMI, P. Evaluation and Comparative Correlation of Abdominal Fat Related Parameters in Obese and Non-obese Groups Using Computed Tomography. **Current Medical Imaging Formerly Current Medical Imaging Reviews**, v. 17, n. 3, p. 417-24, 2021.
- (6)BOVOLINI, A. *et al.* Metabolic Syndrome Pathophysiology and Predisposing Factors. **International Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 199–214, 2021.
- (7)PARK, K.S. *et al.* Comparison between two methods of bioelectrical impedance analyses for accuracy in measuring abdominal visceral fat area. **Journal of Diabetes and its Complications**, v. 30, n. 2, p. 343-9, 2016.
- (8)ROSA, S.E. *et al.* Development and validation of equations to estimate visceral adipose tissue in military men. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 27, n. 1, p. 49-54, 2021.
- (9)BAYGI, F. *et al.* Global prevalence of cardiometabolic risk factors in the military population: a systematic review and meta-analysis. **BMC endocrine disorders**, v. 20, n. 1, p. 8, 2020.
- (10)FORTES, M. DE S. R. *et al.* Epidemiological study of metabolic syndrome in Brazilian soldiers. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 63, n. 4, p. 345-350, 2019.
- (11)ALBERTI, K. G. M. M. *et al.* Harmonizing the metabolic syndrome: A joint interim statement of the international diabetes federation task force on epidemiology and prevention; National heart, lung, and blood institute; American heart association; World heart federation; International. **Circulation**, v. 120, n. 16, p. 1640–45, 2009.
- (12)DA ROSA, S.E. *et al.* Cut-Off points of visceral adipose tissue associated with metabolic syndrome in military men. **Healthcare**, v. 9, n. 7, p. 886, 2021.
- (13)ATAKAN, M.M. *et al.* The Role of Exercise, Diet, and Cytokines in Preventing Obesity and Improving Adipose Tissue. **Nutrients**, v. 13, n. 5, p. 1459, 2021.
- (14)KEATING, S.E. *et al.* Effect of aerobic exercise training dose on liver fat and visceral adiposity. **Journal of Hepatology**, v. 63, n. 1, p. 174-82, 2015.
- (15)IRVING, B.A. *et al.* Effect of Exercise Training Intensity on Abdominal Visceral Fat and Body Composition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 11, p. 1863-72, 2008.

- (16) BRENNAN, A.M. *et al.* Individual Response to Standardized Exercise: Total and Abdominal Adipose Tissue. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 2, p. 490-7, 2020.
- (17) GEROSA-NETO, J. *et al.* High- or moderate-intensity training promotes change in cardiorespiratory fitness, but not visceral fat, in obese men: A randomised trial of equal energy expenditure exercise. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 266, n. May, p. 150-5, 2019.
- (18) TONG, T.K. *et al.* Comparing time efficiency of sprint vs. High-intensity interval training in reducing abdominal visceral fat in obese young women: A randomized, controlled trial. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. AUG, p. 1-9, 2018.
- (19) IBANEZ, J. *et al.* Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 28, n. 3, p. 662–7, 2005.
- (20) KEATING, S.E. *et al.* Effect of resistance training on liver fat and visceral adiposity in adults with obesity: A randomized controlled trial. **Hepatology Research**, v. 47, n. 7, p. 622-31, 2017.
- (21) SLENTZ, C. A. *et al.* Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 301, n. 5, p. E1033-E1039, 2011.
- (22) BALLIN, M. *et al.* Effects of Interval Training on Visceral Adipose Tissue in Centrally Obese 70-Year-Old Individuals: A Randomized Controlled Trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 67, n. 8, p. 1625-31, 2019.
- (23) BRASIL. ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO. Manual de Campanha - Treinamento Físico Militar - EB70-MC-10.375. **Ministério da Defesa**, 2021.
- (24) AVILA, J.A. *et al.* Effect of 13 weeks of military exercise training on the body composition and physical performance. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 5, p. 363-6, 2013.
- (25) BRASIL. ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO. Diretriz para o Treinamento Físico Militar do Exército e sua Avaliação. **Boletim do Exército no 15, de 11 de abril de 2008**, 2009.
- (26) BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. Caderno de Instrução - Treinamento Rústico Operacional - Cross Operacional - EB70-CI-11.445. **Ministério da Defesa**, 2020.

# Prevalência de cinetose e incidência de aerocinetose em cadetas aviadores da Força Aérea Brasileira

Camila Caldas Vaz de Lima (1º/10º GAV-FAB)  
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA- FAB)

## RESUMO

Aerocinetose é a disfunção relacionada ao conflito de informações dos sistemas de orientação e equilíbrio no voo, prejudica o aprendizado e põe em risco a segurança de voo. O estudo tem como objetivo analisar a prevalência de cinetose e a incidência de aerocinetose em cadetes aviadores da FAB.

**Palavras-Chave:** Aerocinetose, Aviador, Instrução aérea, Segurança de voo, Fator humano.

## 1. INTRODUÇÃO

A cinetose ocorre quando há um conflito de informações e perturbação do equilíbrio corporal, ou seja, ocorre uma discordância entre o movimento visualmente percebido e a sensação vestibular de movimento. É considerada uma hipersensibilidade vestibular/gastrointestinal de fisiopatologia ainda não esclarecida. A incompatibilidade de movimentos percebidos e as respostas fisiológicas resultam em uma sequência de respostas neurais que constituem a síndrome do enjoo <sup>(1)</sup>.

Os sinais e sintomas mais comuns são náuseas e vômitos, precedidos por bocejos, sialorréia (salivação excessiva), hiperventilação, palidez, suor frio e sonolência. Tonturas, dor de cabeça, desconforto geral e fadiga, podem ocorrer juntamente com a dificuldade de concentração e em casos severos podem ocorrer desequilíbrio, incoordenação motora, hipotensão arterial, desidratação, depressão e até prostração severa <sup>(2)</sup>. Viajar de carro, trem ou outro meio de transporte faz parte da vida cotidiana da maioria das pessoas e o enjoo pode ser um problema comum <sup>(3)</sup>.

A aerocinetose trata-se das características de movimento diferentes daquelas já habitadas pelos sistemas sensoriais relacionadas ao voo, podendo incidir em toda a tripulação, especialmente no início de suas carreiras profissionais e mais prevalentes no sexo feminino <sup>(4)</sup>. Os problemas surgem quando o sujeito é exposto a ambientes não usuais, como, por exemplo, as aeronaves em voo, onde as características de movimento são significativamente diferentes daquelas já habitadas pelos sistemas sensoriais, definindo-se, assim, a aerocinetose <sup>(5)</sup>. O enjoo causa decréscimos na execução de tarefas complexas e este aparecimento pode ser identificado como uma fonte muito provável de incapacitação no controle da aeronave em muitos casos <sup>(4)</sup>.

A Academia da Força Aérea (AFA) é o local onde se inicia o primeiro contato do cadete aviador com a atividade aérea, onde os cadetes aviadores permanecem durante os quatro anos de sua formação. Desde o ano de 2019, a atividade aérea inicia-se no primeiro ano de Academia, tão logo os cadetes ingressam no Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAV), no 2o Esquadrão de Instrução Aérea (2o EIA). Assim que iniciam a tão esperada atividade aérea, muitos experimentam sintomas de aerocinetose. Esta queixa também está presente em cadetes do quarto ano que prosseguem no Curso de Aviadores no 1o Esquadrão de Instrução Aérea (1o EIA) bem como em instrutores que regressam à AFA ao longo da realização do Curso de Formação de Instrutor (CFI).

Em virtude dessas características, durante os voos, alguns cadetes apresentam sintomas de aerocinetose relacionados aos deslocamentos da aeronave, cujos movimentos atuam sobre os sistemas responsáveis por manter o equilíbrio do corpo humano (sistema visual, vestibular e proprioceptivo). Em muitos casos, esses sintomas implicam em prejuízos na instrução aérea, podendo pôr em risco até a segurança de voo<sup>(6)</sup>. Uma preocupação crítica na medicina de aviação é o desenvolvimento de testes clínicos para selecionar aqueles indivíduos que podem ser gravemente prejudicados por aerocinetose<sup>(4)</sup>.

Não temos a informação de estudos prévios que tenham identificado a relação entre experiências prévias dos cadetes (por exemplo em parques e veículos de transporte) com a incidência de aerocinetose em voos de instrução. Desta forma, o objetivo do nosso estudo é analisar a prevalência de cinetose e a ocorrência de aerocinetose nas aeronaves T25 e T27. São duas as hipóteses do presente estudo: 1) há um elevado número de casos de aerocinetose em cadetes aviadores da Força Aérea Brasileira e; 2) há estrita relação entre cinetoses prévias e a ocorrência de aerocinetose.

## 2. MÉTODOS

O presente estudo de corte transversal foi aprovado pelo Comitê de Ética local com número do protocolo CAAE: 45493321.1.0000.8928. Para a seleção da amostra serão utilizados os seguintes critérios: a) ser cadete aviador da FAB; b) ter inspeção e saúde válida, sem restrições; e c) sem utilização de medicamentos farmacológicos que pudessem modificar os resultados. Após a explicação da finalidade do projeto, será informado a todos os cadetes aviadores da Academia da Força Aérea (n=322) os propósitos e as características do estudo. Serão excluídos cadetes que não preencherem os critérios acima. No presente estudo, cuja população é considerada homogênea, para uma amostra representativa com um erro amostral de 0,5% e nível de confiança de 95%, será necessária uma amostra mínima de 140 cadetes aviadores.

## 3. COLETA DE DADOS

O estudo será descritivo observacional transversal, realizado por meio da aplicação de questionário online, produzido e enviado via Google Forms contendo 15 questões

fechadas. O questionário será composto de três partes: a primeira parte conterá o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; a segunda parte composta por quatro perguntas destinadas a caracterização da amostra (nome, idade, sexo, esquadrão); e a terceira parte do questionário contendo 11 perguntas específicas com os propósitos do presente estudo, baseadas no questionário Motion Sickness Susceptibility Questionnaire short-form (MSSQ-short). Todas opções de respostas para as 11 perguntas específicas são do tipo dicotômicas, com as seguintes possibilidades de respostas: “sim” ou “não”.

Desta forma, o estudo será dividido em duas partes: 1) análise da prevalência de cinetose e; 2) análise da incidência de aerocinetose nos cadetes a partir dos dois tipos diferentes de aeronaves voadas. A forma de utilização de questionários para a análise da ocorrência de aerocinetose é usualmente realizado em pesquisas <sup>(7)</sup>.

#### 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o tratamento dos dados coletados na pesquisa, será utilizado o programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences, versão 22.0.

Todas as respostas do questionário serão tabuladas em uma planilha. Em seguida, será realizada uma análise descritiva para os cálculos de frequência das informações coletadas a partir dos sujeitos avaliados. Para avaliar as diferenças de frequências entre cadetes com ocorrência de aerocinetose e não ocorrência será utilizado o teste de qui-quadrado. As variáveis serão correlacionadas pelo coeficiente linear de Pearson, com nível de significância de  $p < 0,05$ . Esse coeficiente de correlação é um índice de magnitude utilizado para associar duas variáveis quantitativas e exprime o grau de correlação através de valores situados entre -1 e 1 de acordo com o Quadro 1 <sup>(8)</sup>:

**Quadro 1-** Coeficiente Linear de Pearson

Valor de r	Classificação da Correlação
1 ou -1	Perfeita
$0,80 < r < 1$ ou $-1 < r < -0,80$	Muito Alta
$0,60 < r < 0,80$ ou $-0,80 < r < -0,60$	Alta
$0,40 < r < 0,60$ ou $-0,60 < r < -0,40$	Moderada
$0,20 < r < 0,40$ ou $-0,40 < r < -0,20$	Baixa
$0 < r < 0,20$ ou $-0,20 < r < 0$	Muito Baixa
0	Nulo

**Fonte:** Adaptado de Margotto <sup>(8)</sup>.

O coeficiente de correlação se aproxima de 1, registra que há uma relação linear positiva. Quando o coeficiente se aproxima de -1, também é possível dizer que as variáveis são correlacionadas, mas nesse caso quando o valor de uma variável aumenta o da outra diminui. Esse acontecimento é denominado de correlação negativa ou inversa. Um coeficiente de correlação próximo de zero indica que não há relação entre as duas variáveis, e quanto mais elas se aproximam de 1 ou -1, mais forte é a relação <sup>(9)</sup>.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ambiente da aviação militar, o aparecimento da aerocinetose está relacionado a exposições curtas (alguns minutos a algumas horas), principalmente em voos acrobáticos ou em manobras de combate aéreo. Todavia, no início da atividade aérea é frequente a queixa de sintomas de aerocinetose, desmotivando e muitas vezes até prejudicando a assimilação do aprendizado em voo e aumentando os riscos referentes a segurança.

Considerando que a ocorrência da aerocinetose pode prejudicar significativamente a capacidade do indivíduo de conduzir adequadamente a missão, há necessidade do desenvolvimento de contramedidas específicas para o tratamento <sup>(10)</sup>, sendo de suma importância o desenvolvimento de ferramentas para analisar a prevalência de cinetose e incidência de aerocinetose na população em questão.

## REFERÊNCIAS

- (1) ABADI, H.T.B. et al. Intractable airsickness assoated with COVID-19: A case report. **Vacunas**, v. 22, n. 1, p. 52-5. 2021.
- (2) DORIGUETO, R.S.; KASSE, C.A.; SILVA, R.C. Cinetose. **Revista Equilíbrio Corporal e Saúde**. São Paulo, v. 4, n. 1, p. 51-8, 2012.
- (3) MURDIN, L.; GOLDING, J.; BRONSTEIN, A. Managing motion sickness. **BMJ (Online)**, v. 343, n. 7835, p. 1–7, 2011.
- (4) LUCERTINI, M. et al. Effects of airsickness in male and female student pilots: Adaptation rates and 4-year outcomes. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 79, n. 7, p. 677–84, 2008.
- (5) MATSANGAS P.; MCCAULEY, M.E.; BECKER, W. The effect of mild motion sickness and sopite syndrome on multitasking cognitive performance. **Human Factors**. v. 56, n. 6, p. 1124-35, 2014.
- (6) CNPAA, COMITÊ NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. **Manual do instrutor de voo**. 2016.
- (7) GOLDING, J.F. (2016). Motion sickness. **Handbook of Clinical Neurology**, v. 137, p. 371–90, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63437-5.00027-3>.
- (8) MARGOTTO, P.R. **Estatística computacional uso do SPSS (statistical package for the social sciences): o essencial**. Brasília/DF: Escola Superior de Ciências da Saúde, 2012. Disponível em: < <https://pt.slideshare.net/AVELARALVESDASILVA/spss-o-essencial> >. Acesso em: 14 fev 2022.
- (9) OLIVEIRA, B. Coeficientes de correlação. Disponível em: <https://operdata.com.br/blog/coeficientes-de-correlacao/>. Acesso em: 28 fev.2022.

(10) LUCERTINI, M.; VERDE, P.; TRIVELLONI, P. Rehabilitation from airsickness in military pilots: Long-term treatment effectiveness. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 84, n. 11, p. 1196–200, 2013.

# A análise longitudinal do condicionamento físico de cadetes da Academia da Força Aérea Brasileira: reflexões de investigação

Carla Cristina Evangelisti Moreira da Silva (AFA – FAB)

Gilberto Pivetta Pires (UNIFA – FAB)

## RESUMO

Esta síntese se propõe a problematizar questões relacionadas a importância do estudo do condicionamento físico em cadetes da Força Aérea Brasileira ao longo de sua formação. A pesquisa sustenta a hipótese que não exista progressão nos resultados dos testes físicos dos cadetes treinados na AFA.

**Palavras-Chave:** Cadetes; Testes Físicos; Antropometria; Condicionamento Físico; Treinamento Físico Militar.

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A importância do condicionamento físico se aplica à população em geral, mas, para os militares, atingir níveis satisfatórios de condicionamento físico é essencial para que tenham sucesso em seus empregos operacionais. Existem evidências na literatura de que os militares bem preparados fisicamente são mais aptos para suportarem o estresse debilitante do combate, apresentando melhor recuperação de lesões; maior resistência a doenças, mais autoconfiança e motivação<sup>(1-10)</sup>.

O treinamento físico-profissional militar (TFPM) no âmbito da Força Aérea Brasileira (FAB) tem por objetivo promover o desenvolvimento e a manutenção do condicionamento físico necessário para o desempenho das funções laborativas e operacionais da Aeronáutica, além de cooperar para o desenvolvimento de atributos das áreas afetiva e cognitiva e estimular a prática esportiva em geral<sup>(3)</sup>.

A ICA 54-1<sup>(11)</sup> tem por premissa avaliar se o Padrão Mínimo de Desempenho (PMD) foi alcançado, utilizando o Teste de Avaliação do Condicionamento Físico (TACF) para esta finalidade. Os PDMs são baseados no Condicionamento Físico Associado à Saúde (CFAS), que corresponde ao componente mínimo de aptidão física que o militar deve apresentar, associado ao bem-estar e a promoção da saúde, considerando o gênero e a faixa etária.

As conceituações variam de acordo a um determinado percentual de apreciação da suficiência física. Dessa forma, o TFPM visa alcançar, manter ou recuperar o Objetivo Individual de Condicionamento (OIC) de cada militar do efetivo da FAB que consistem no PMD e, no caso de um militar com atividade operacional, o Padrão Específico de Desempenho (PED), que deve ser adequado ao grau de desempenho físico para a

realização de suas atividades laborais e operacionais, levando em consideração a função exercida pelo profissional militar, independentemente da sua faixa etária ou gênero <sup>(11)</sup>.

A Academia da Força Aérea (AFA) da FAB tem o propósito formar oficiais de carreira da aeronáutica dos quadros de oficiais aviadores (CFOAV), intendentes (CFOINT) e de infantaria da aeronáutica (CFOINF), desenvolvendo em cada cadete os atributos militares, intelectuais e profissionais, além dos padrões éticos, morais, cívicos e sociais.

Sendo o TACF parte da avaliação final do cadete, o treinamento físico é curricular, previsto na grade de atividades, de acordo com o proposto pela Divisão de Ensino da AFA. Assim, seu conteúdo formativo prevê a realização de um programa de treinamento físico composto por dois tempos de aula de 45 min na semana, totalizando 1410 tempos de aula de treinamento ao longo dos quatro anos de formação. Para o cumprimento deste currículo os cadetes são divididos entre 12 modalidades desportivas ou em um programa específico de TFPM, de acordo com suas aptidões e necessidades <sup>(12)</sup>.

O programa de treinamento físico da AFA, além da melhora do condicionamento físico e a aprovação no TACF, tem como objetivos específicos prover atividades que desenvolvam as qualidades morais e profissionais necessárias ao combatente, segundo o currículo mínimo do curso de formação de oficiais aviadores <sup>(12)</sup>. Por esse motivo, uma avaliação eficaz do condicionamento físico é necessária para determinar se o treinamento resultou em melhorias do condicionamento físico ao longo da duração do programa. Atualmente é utilizado do TACF para a avaliação do condicionamento físico dos cadetes da AFA, que consiste em testes de repetições de flexão de braço e abdominal, além de um teste de corrida de 12 minutos <sup>(11)</sup>.

Embora existirem estudos investigando a capacidade física do cadete em diferentes forças armadas <sup>(2, 4, 13-15)</sup>, há uma escassez de pesquisas a respeito da população de cadetes da FAB. Portanto, o objetivo desta investigação será examinar longitudinalmente o comportamento dos níveis de condicionamento físico de cadetes da AFA ao longo de um período de quatro anos de formação.

## **2. QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA**

O TACF da FAB tem por objetivo medir e avaliar os padrões individuais a serem atingidos pelos militares da ativa, e servir como parâmetro de orientação para o TFPM <sup>(11)</sup>. Na formação do cadete da AFA, o TACF é utilizado não somente para avaliar estes militares em formação, mas também como critério de classificação.

Todavia, um maior quantitativo da carga horária de treinamento físico dos cadetes da AFA é destinado as atividades esportivas, que não necessariamente tenham como objetivo principal desenvolver as capacidades propostas pelo Manual de TFPM da Aeronáutica <sup>(3)</sup> em sua atividade principal. Cada modalidade tem seus próprios objetivos e metas, existindo uma perspectiva de que os cadetes

de modalidades não tenham seu treinamento voltando para o TACF, o que poderia sugerir um menor condicionamento físico específico ao teste.

Outra questão a ser considerada é em relação ao índice de aprovação no TACF. Este índice leva em consideração apenas o condicionamento mínimo básico do militar <sup>(11)</sup>. Porém, o índice aumenta a cada ano, o que propõe, uma progressão anual no condicionamento do cadete. É possível que essa progressão não aconteça em decorrência do treinamento, tendo em vista que esses índices sejam facilmente alcançados. Muitos cadetes podem chegar ao 1o ano na AFA com elevados índices de condicionamento físico e somente mantê-los durante os quatro anos, por exemplo.

No ano de 2021, aconteceram diversas mudanças no Plano de Avaliação dos Cadetes <sup>(16)</sup> quanto a pontuação a fim de tornar o teste mais fidedigno a medição do condicionamento físico do cadete. O teste de corrida passou a ter um peso maior do que os demais testes físicos; e incluiu-se a medida da circunferência abdominal. Mas nenhum estudo longitudinal acerca do comportamento do TACF na AFA foi previamente realizado com o intuito de diagnosticar as reais necessidades para essa alteração.

Outro ponto a ser ressaltado, é que os cadetes possuem atividades de campo específicas as suas demandas operacionais. Se o TACF dos Cadetes visa mensurar o condicionamento físico (sugerido pela necessidade de progressão imposta pelo seu Plano de Avaliação) e não somente ao condicionamento físico mínimo previsto para a idade, pode ser importante adicionar testes específicos, que meçam o PED, ao seu TACF. Nesse sentido, também se observam algumas alterações no Plano de avaliação dos cadetes no ano de 2021 <sup>(16)</sup>, como, por exemplo, os Testes de Habilidades Específicas, que são testes de demandas específicas feitos antes das atividades de campanhas comuns aos três quadros (Aviação, Intendência e Infantaria) previstas no currículo, como Sobrevivência na selva e no mar, por exemplo. Porém, as atividades operacionais distintas aos quadros ainda não foram contempladas.

Nesse sentido, Botta <sup>(17)</sup>, em seu estudo, conclui que o TACF não é uma ferramenta eficaz para testar capacidades específicas das atividades de infantaria. O que propõem que, no futuro, talvez seja interessante desenvolver Testes específicos a cada quadro, para complementar o TACF.

É possível observar que há muitas variáveis de treinamento e atividades operacionais previstas no currículo de cada especialidade (Aviação, Intendência e Infantaria) e um único método de avaliação física (o TACF). Dessa forma, se torna primordial analisar o comportamento dos resultados dessa avaliação, a fim de diagnosticar o treinamento e o método avaliativo. Diversas alterações no método de avaliação física e contagem de pontos para a nota final do cadete foram propostas no ano de 2021, algumas delas incluídas no plano de avaliação do cadete. Analisar o comportamento dos resultados do TACF se mostra importante para se delinear tais rumos a serem seguidos.

Apesar de diversos estudos acerca de propostas de treinamento gerais e específicos, lesões, doenças, etc., associados ao treinamento físico e avaliação do condicionamento físico, poucos estudos foram realizados a respeito da análise dos resultados dos testes físicos de forma longitudinal, ao longo dos anos de formação nas forças armadas pelo mundo.

Em um levantamento bibliográfico que envolveu 2668 estudos acerca dos descritores Cadet e Cadets nas plataformas PubMed/MEDLINE, Lilacs, Scielo e Web of Science, apenas cinco artigos da encontrada foram realizados com cadetes, em estudos longitudinais que abrangiam todos os anos de formação das academias militares as quais se dedicavam, com foco em testes do condicionamento físico e antropométricos que avaliam o Treinamento Físico Militar vigente na academia.

Além do baixo número de estudos em todo o mundo, não há publicação de dados longitudinais acerca dos testes físicos e antropométricos e os efeitos do programa de treinamento físico dos cadetes da Força Aérea Brasileira, durante seus anos de formação.

O objetivo do presente projeto de pesquisa é investigar como os dados dos testes antropométricos e do condicionamento físico (TACF) progridem ao longo dos quatro anos de formação na Academia da Força Aérea.

A proposta de analisar longitudinalmente a progressão dos resultados dos testes ao longo do período de formação na AFA, permitirá detectar como os cadetes respondem a sua rotina de treinamento do início ao final de sua formação, baseado em seu próprio método avaliativo, o TACF, o que permite analisar também a sensibilidade do teste e a relação de especificidade do treinamento/teste.

Observa-se uma lacuna no conhecimento acerca de como se comporta o desempenho dos cadetes baseado na forma de avaliação vigente. É essencial estudar essa progressão para entender os caminhos explorados no âmbito do treinamento físico, da avaliação antropométrica e do condicionamento físico feitos na AFA.

Com fundamento nessa perspectiva, pode-se formular a seguinte questão de investigação: existe progressão nos resultados dos testes físicos dos Cadetes da Academia da Força Aérea no decorrer do tempo, ao longo dos seus anos de formação?

Nossa hipótese é que não há progressão nos resultados dos testes físicos dos cadetes treinados na AFA.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente síntese teve por objetivo apresentar a delimitação e justificativa da situação-problema do projeto em fase de planejamento, seus objetivos e questões de investigação. Este estudo se propõe a ser de delineamento longitudinal e comparativo, com cadetes do sexo masculino da AFA, afim de avaliar o desempenho dos cadetes ao longo de quatro anos de formação.

A pesquisa será conduzida na Academia da Força Aérea, Pirassununga, São Paulo. Serão analisados os resultados de TACF e medidas antropométricas da

inspeção de saúde de cadetes jovens de 17 a 25 anos de idade, previamente aprovados nos testes físicos e formados na AFA de 2016 a 2019.

A coleta de dados será feita através de levantamento em bases de dados pré-existente na seção de Educação Física (SEF) da AFA e no Esquadrão de Saúde (ES) da AFA. Será pedida a liberação no TCLE devido a falta de dados atualizados para o contato com os oficiais envolvidos. Os indivíduos não serão identificados.

Após a coleta e descrição dos dados, os indivíduos serão divididos de acordo com seu desempenho no TACF diagnóstico do primeiro ano e sua resposta aos testes será acompanhada longitudinalmente baseando-se nesse parâmetro de entrada.

## REFERÊNCIAS

- (1) OLIVEIRA, I.M. *et al.* Physical fitness in Spanish naval cadets. A four-year study. **Via Médica**, v. 72, n. 1, p. 10-7, 2021.
- (2) AANDSTAD, A. *et al.* Change in anthropometrics and physical fitness in Norwegian cadets during 3 years of military academy education. **Military Medicine**, v. 185, n. 7-8, p. e1112-9, 2020.
- (3) BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comissão de Desportos da Aeronáutica. **Portaria COMGEP nº10/DLE, de 12 de fevereiro de 2020. Aprova a edição da NSCA 54-5 Treinamento Físico-Profissional Militar no Comando na Aeronáutica.** Boletim do Comando da Aeronáutica, Rio de Janeiro, RJ, n. 32, 28 fev. 2020..
- (4) MACKEY, C.S.; DEFREITAS, J.M. A longitudinal analysis of the U.S. Air Force reserve officers' training corps physical fitness assessment. **Military Medical Research**, v. 6, n. 30 p. 2-8, 2019.
- (5) XAVIER, R. *et al.* A multidimensional approach to assessing anthropometric and aerobic fitness profile of elite brazilian endurance athletes and military personnel. **Military Medicine**, v. 184, n. 11-12, p. 875-81, 2019.
- (6) DADA, O.E. *et al.* Sex and age differences in physical performance: A comparison of Army basic training and operational populations. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, suppl. 4, p. S68-S73, 2017.
- (7) TINGELSTAD, H.C. *et al.* Explaining performance on military tasks in the Canadian Armed Forces: the importance of morphological and physical fitness characteristics. **Military Medicine**, v. 181, n. 11, p. e1623-9, 2016.
- (8) MULLIER, P.; CLARYS, P. Relation between dietary pattern analysis (principal component analysis) and body mass index: a 5-year follow-up study in a belgian military population. **Journal of Royal Army Medical Corps**, v. 162, n. 1, p. 23-9, 2016.

- (9) CUDDY, J.S. *et al.* Factors of trainability and predictability associated with military physical fitness test success. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 12, p. 3486-94, 2011.
- (10) MORAES, C.G. *et al.* A influência da frequência semanal do treinamento intervalado aeróbico, previsto no manual c20-20, sobre a potência aeróbica de militares recém incorporados ao Exército Brasileiro. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 2, n. 8, p. 192-9, 2008.
- (11) BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comissão de Desportos da Aeronáutica. **Portaria DEPENS nº29/DE-6, de 19 de janeiro de 2011. Aprova a reedição da ICA 54-1 Teste de Avaliação do Condicionamento Físico no Comando da Aeronáutica.** Boletim do Comando da Aeronáutica, Brasília, DF, n. 021, 31 jan. 2011.
- (12) BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Ensino. Portaria DEPENS n 31/DE-1, de 07 de janeiro de 2016. **Aprova 2ª modificação da ICA 37-113 Currículo mínimo do curso de formação de oficiais aviadores da Academia da Força Aérea (CFOAV).** Boletim do Comando da Aeronáutica, Brasília, DF, nº 013, 25 jan. 2016.
- (13) NAPRADIT, P.; HATTHACHOTE, P. Changes in physical fitness and anthropometric of medical cadets over their study period in Phramongkutklao College of Medicine. **Journal of the Medical Association of Thailand**, v. 99, n. 12, p. 1360-6, 2016.
- (14) MARIC, L. *et al.* The effectiveness of physical education of the military academy cadets during a 4-year study. **Vojnosanitetski Pregled**, v. 70, n. 1, p. 16–20, 2013.
- (15) AANDSTAD, A. *et al.* Change in anthropometrics and aerobic fitness in air force cadets during 3 years of academy studies. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 83, n. 1, p. 35-41, 2012.
- (16) BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Ensino. **Portaria DIRENS nº 312/DPE de 29 de dezembro de 2022. Aprova a edição da ICA 37-863 Projeto Pedagógico de Curso para o Curso de Formação de Oficiais Aviadores.** Boletim do Comando da Aeronáutica, Brasília, DF, 29 de dezembro 2022.
- (17) BOTTA, W.C. Validação de testes físicos focados nas tarefas de combate relevantes aos cadetes de infantaria da Força Aérea Brasileira. 84 f. **Dissertação** (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2020.

# Aeronavegantes militares submetidos a treinamentos sucessivos em hipóxia: tolerância e sintomas apresentados ao longo do tempo

Danielle Filippo de Lemos (HCA – FAB)

Adriano Percival Calderaro Calvo (UNIFA – FAB)

## RESUMO

A hipóxia hipobárica é uma condição que ameaça a segurança de voo. Com o objetivo de avaliar se os sintomas e a tolerância individuais à hipóxia se alteram ao longo do tempo, será realizado um estudo retrospectivo com dados de aeronavegantes da Força Aérea Brasileira treinados em câmara hipobárica.

**Palavras-Chave:** Aviador; Câmaras de exposição atmosférica; Treinamento por simulação; Câmara hipobárica; Tempo útil de consciência.

## 1. INTRODUÇÃO

A redução do oxigênio oferecido aos tecidos pelo sangue é denominada hipóxia (hipo=baixo; oxia=oxigênio) <sup>(1)</sup>.

A hipóxia aguda é uma grande ameaça fisiológica durante voos de alta altitude e operações na aviação militar. O cérebro humano necessita de fornecimento contínuo de oxigênio para funcionar eficazmente, sendo, portanto, vulnerável a ambientes com baixa disponibilidade desse gás <sup>(2)</sup>.

A redução da pressão atmosférica com o aumento da altitude leva à hipóxia hipobárica ou de altitude <sup>(1)</sup>. Trata-se de um tipo de hipóxia hipóxica que ocasiona uma menor pressão parcial de oxigênio alveolar, reduzindo a pressão parcial de oxigênio no sangue arterial, também chamada de hipoxemia <sup>(3)</sup>.

A hipoxemia provoca um insulto metabólico que prejudica a função cerebral e, com crescente severidade, causará perda de consciência e eventualmente a morte <sup>(2)</sup>.

Por esse motivo, implicações prejudiciais da hipóxia nas operações e segurança de voo estão bem documentadas em termos de troca de gasosa, tempos de consciência útil, reação física e níveis de desempenho <sup>(4)</sup>.

A tolerância individual a baixas concentrações de oxigênio no sangue define os sintomas experimentados <sup>(3)</sup>. São mais comumente relatados tontura, vertigem, formigamento, confusão mental e deficiência visual <sup>(5)</sup>. Estes sintomas farão parte do histórico profissional de alguns aeronavegantes ao longo de suas carreiras <sup>(6,7)</sup>.

Em comparação com a aviação civil, tripulações aéreas militares trafegam sob maiores riscos de segurança durante o voo, o que aumenta a probabilidade de serem expostas à hipóxia <sup>(2)</sup>.

A exposição aguda à hipóxia desencadeia mecanismos autonômicos do

sistema cardiovascular, como o aumento da frequência cardíaca em repouso, do débito cardíaco e da pressão arterial, e do sistema respiratório, como hipertensão pulmonar e hiperventilação. As respostas do sistema nervoso autônomo são cruciais para a aclimatação à hipóxia <sup>(8)</sup>.

Quando ocorre depressurização na cabine e/ou os sistemas de fornecimento de oxigênio falham sem o conhecimento do piloto ou da tripulação, o início de deficiência cognitiva, perceptiva ou motora pode ser rápido ou passar despercebido <sup>(9)</sup>.

Por esta razão, são realizados treinamentos de reconhecimento de hipóxia para melhorar a identificação dos sinais subjetivos e objetivos de exposição à grande altitude <sup>(9)</sup>. Treinamentos repetitivos possibilitam aos pilotos a aprendizagem e o reconhecimento dos seus sintomas pessoais de hipóxia <sup>(5, 10)</sup>. Um período de tempo de 3 a 6 anos é geralmente considerado adequado para relembrar os conhecimentos sobre os sintomas mais sutis e precoces <sup>(10)</sup>.

Atualmente, há diferentes abordagens técnicas disponíveis para induzir a hipóxia durante o treinamento de reconhecimento: treinamento em câmara hipobárica; dispositivos de respiração com oxigênio reduzido <sup>(10)</sup> e uma combinação de sistemas hipobáricos e normobáricos (CADO) <sup>(11)</sup>.

Através de exposições controladas numa câmara de simulação de grande altitude, a câmara hipobárica, a tripulação pode ser treinada para reconhecer as alterações físicas e perceptivas que ocorrem a 10.000 pés ou acima e é ensinada a descer a aeronave e ajustar o equipamento imediatamente após o início dos sintomas <sup>(9)</sup>.

A simulação de altas altitudes na câmara hipobárica oferece um método que reflete mais precisamente as condições de exposição durante o voo, e permite desenhos experimentais que podem manipular a exposição para investigar os mecanismos da deficiência cognitiva em altitude <sup>(9)</sup>.

Na Força Aérea Brasileira (FAB), o treinamento em câmara hipobárica faz parte do Estágio de Adaptação Fisiológica realizado quinquenalmente pelos aeronavegantes no Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira (IMAE) <sup>(12)</sup>.

A maioria dos eventos de hipóxia é percebida por causa dos sintomas pessoais experimentados durante treinamentos anteriores. Há grande similaridade em termos de sintomas entre os eventos de hipóxia a bordo daqueles experimentados durante o treinamento de reconhecimento de hipóxia <sup>(2)</sup>. Smith <sup>(13)</sup> criou o termo “assinatura de hipóxia” para caracterizar esse elevado nível de semelhança entre a recordação dos sintomas de hipóxia experimentados previamente e a experiência recente.

Após a exposição à hipóxia, o período de vigência e desempenho seguro de tarefas operacionais é denominado o Tempo Útil de Consciência (TUC) <sup>(2)</sup>. Aplicavelmente, o TUC corresponde ao período de tempo que os pilotos possuem para tomadas de decisões em situações de depressurização antes da perda de consciência. Existe uma tabela padronizada de TUC para melhor compreender o perigo potencial de depressurização da cabine.

A 25.000 pés, o TUC médio em repouso varia entre três a cinco minutos<sup>(14)</sup>, sendo que o TUC está inversamente relacionado à altitude de destino e à taxa de progressão de subida<sup>(13)</sup>.

A validade do critério do TUC tem sido debatida desde o seu início, uma vez que os parâmetros do TUC diferem entre estudos e muitas vezes não refletem as exigências dos ambientes operacionais, podendo corresponder valores sobrestimados<sup>(2)</sup>. No entanto, essa é a medida mais utilizada para quantificar os efeitos da hipóxia.

É reconhecido que o surgimento e a intensidade dos sintomas da hipóxia dependem de fatores como a velocidade de ascensão, altitude do voo, temperatura ambiente, atividade física<sup>(1,15)</sup>. Além desses, outros fatores também influenciam o desempenho do aeronavegante durante a exposição à hipóxia, como em relação ao TUC: idade e sexo<sup>(16)</sup>, hábitos de vida, tabagismo, doenças existentes<sup>(17)</sup>, aptidão física, emotividade, aclimatação<sup>(1,15,18)</sup>.

Com o objetivo de investigar se, ao longo dos anos, os sintomas conhecidos de hipóxia e a tolerância individual a eles sofrem alterações em aeronavegantes brasileiros, será realizado um estudo retrospectivo utilizando a base de dados da Força Aérea Brasileira.

## 2. HIPÓTESES

De acordo com a literatura, dos vários sintomas que podem ocorrer por exposição à hipóxia, é provável que o primeiro sintoma demonstrado pelo indivíduo seja o mesmo nos demais treinamentos que sejam realizados, confirmando o conceito de “assinatura de hipóxia”<sup>(13)</sup>.

O TUC é influenciado negativamente pela idade<sup>(16)</sup> enquanto é influenciado positivamente pelo tempo de experiência de voo do aviador<sup>(19)</sup>. Considerando que a amostra do estudo envolverá apenas o perfil de voo caça (voo simulado que alcança 25000 pés), é provável que o fator experiência de voo se sobreponha ao fator envelhecimento, promovendo melhor desempenho do piloto quanto ao TUC ao longo de sua carreira.

## 3. OBJETIVO

Analisar se há alterações dos sintomas de hipóxia e do tempo de consciência útil de aeronavegantes expostos a treinamentos sucessivos em câmara hipobárica ao longo da carreira.

Como objetivos secundários esperam-se:

- Verificar alterações no primeiro sintoma de hipóxia apresentado pelo indivíduo ao longo da carreira;
- Verificar alterações no TUC em função de altitude e de número de treinamentos;
- Verificar a influência de fatores secundários à função militar sobre o TUC, como: idade, peso, tabagismo, sedentarismo; e
- Verificar associações entre o TUC e parâmetros antropométricos e fisiológicos (frequência cardíaca e pressão arterial).

## 4. DEFINIÇÃO DO TIPO DE TRABALHO

Será realizado um estudo retrospectivo de coorte com dados secundarizados das Fichas de Informações para Registro do Voo (FIR) produzidas e arquivadas pelo IMAE.

No IMAE há o registro dos voos realizados na câmara hipobárica desde o início do seu funcionamento até 2019, ano em que a câmara apresentou problemas técnicos. Há um arquivo com Fichas de Informações para Registro do Voo (FIR) de cada treinamento realizado. Nessas fichas, são registrados o número e o perfil do voo, data, organização militar de onde os aeronavegantes do treinamento são provenientes, o TUC, os sintomas apresentados pelos participantes, dentre outras informações.

Com o objetivo de avaliar o desempenho em treinamentos sucessivos de aeronavegantes da Força Aérea Brasileira sob condições de hipóxia, foi solicitado acesso, ao IMAE e à Diretoria de Saúde da Aeronáutica, ao banco de dados do Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF).

Planejamos ter acesso aos dados, realizar a coleta, tabulação e tratamento dos mesmos ao longo de 2022. No ano seguinte, fazer análise com as respectivas conclusões.

O treinamento à hipóxia hipobárica ocorre com periodicidade quinquenal. Estas informações serão tabuladas e centralizadas em planilha de dados eletrônica única, que possibilitará análises estatísticas descritivas e inferenciais.

O protocolo deste estudo seguirá as diretrizes para relatoria de estudos epidemiológicos observacionais, STROBE<sup>(20)</sup>. Elas estabelecem um modelo com uma lista de verificação com recomendações sobre o que deve ser incluído em uma descrição mais precisa e completa nesses estudos.

## 5. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO PROJETO

Os resultados apresentados na literatura a respeito de treinamentos sucessivos em hipóxia hipobárica são escassos e reportam diferentes metodologias de avaliação e análise, dificultando a conjugação dos resultados e a condução de um consenso.

Além disso, os dados disponíveis não foram testados em militares brasileiros. É importante realizar essa comparação, principalmente em pilotos de caça da Força Aérea, especialmente com a modernização da frota aérea com o KC-390 e o F-39 Gripen.

Nesse sentido, é importante investigar a exposição de indivíduos à hipóxia em câmaras hipobáricas repetidamente e quais são as consequências desse procedimento sobre a tolerância à hipóxia e os sintomas individuais. Os resultados desse estudo serão úteis para áreas de segurança de voo e do desempenho operacional de aeronavegantes. O desempenho do militar

não pode ser fator limitante à performance da máquina.

Os resultados poderão gerar dados ao IMAE para futuros treinamentos, sugestões de periodicidade, confecção de normas para a Força Aérea e ser fonte de inspiração para estudos prospectivos.

## REFERÊNCIAS

- (1) TEMPORAL, W. Medicina aeroespacial. In: **Medicina aeroespacial**. Rio de Janeiro/RJ: Luzes, 2005.
- (2) SHAW, D.M.; CABRE, G.; GANT, N.. Hypoxic hypoxia and brain function in military aviation: basic physiology and applied perspectives. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 665821, 2021.
- (3) BUSTAMANTE-SÁNCHEZ, Á.; DELGADO-TERÁN, M.; CLEMENTE-SUÁREZ, V.J. Psychophysiological response of different aircrew in normobaric hypoxia training. **Ergonomics**, v. 62, n. 2, p. 277-85, 2019.
- (4) BOUAK, F. et al. Acute mild hypoxic hypoxia effects on cognitive and simulated aircraft pilot performance. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 89, n. 6, p. 526-35, 2018.
- (5) VARIS, N.; PARKKOLA, K.I.; LEINO, T.K. Hypoxia hangover and flight performance after normobaric hypoxia exposure in a hawk simulator. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 8, p. 720-724, 2019.
- (6) FILES, D.S.; WEBB, J.T.; PILMANIS, A.A. Depressurization in military aircraft: rates, rapidity, and health effects for 1055 incidents. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 76, n. 6, p. 523-9, 2005.
- (7) ARTINO, A.R.; FOLGA, R.V.; SWAN, B.D. Mask-on hypoxia training for tactical jet aviators: evaluation of an alternate instructional paradigm. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 77, n. 8, p. 857-63, 2006.
- (8) ZHANG, D. et al. Effects of acute hypoxia on heart rate variability, sample entropy and cardiorespiratory phase synchronization. **Biomedical Engineering Online**, v. 13, n. 1, p. 1-12, 2014.
- (9) NATION, D.A. et al. Mechanisms of memory dysfunction during high altitude hypoxia training in military aircrew. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2017.
- (10) NEUHAUS, C.; HINKELBEIN, J. Cognitive responses to hypobaric hypoxia: implications for aviation training. **Psychology Research and Behavior Management**, v. 7, p. 297-302, 2014.

- (11) SINGH, B. et al. Hypoxia awareness training for aircrew: a comparison of two techniques. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 81, n. 9, p. 857-63, 2010.
- (12) BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-geral do Pessoal. Portaria nº 2.312-T/DCP, de 16 de outubro de 2017. Aprova a reedição do Currículo Mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF), ICA 37-650. **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Brasília: COMAER, n. 182, 24 out. 2017.
- (13) SMITH, A.M. Hypoxia symptoms in military aircrew: long-term recall vs. acute experience in training. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, Washington, v. 79, n. 1, p. 54-7, 2008.
- (14) DAVIS, J.R.; JOHNSON, R.; STEPANEK, J. (Ed.). **Fundamentals of aerospace medicine**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
- (15) KUNISAWA, T.Y. et al. Inspeção de saúde: um dos pilares da segurança de voo. **Revista Conexão SIPAER**, v. 8, n. 2, p. 82-8, 2017.
- (16) YONEDA, I. et al. Time of useful consciousness determination in aircrew members with reference to prior altitude chamber experience and age. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 71, n. 1, p. 72-6, 2000.
- (17) ALAGHA, B. et al. Hypoxia symptoms during altitude training in professional Iranian fighter pilots. **Air Medical Journal**, v. 31, n. 1, p. 28-32, 2012.
- (18) ALAGHA, Babak et al. Hypoxia symptoms during altitude training in professional Iranian fighter pilots. **Air Medical Journal**, v. 31, n. 1, p. 28-32, 2012.
- (19) TU, M. et al. Comparison of hypobaric hypoxia symptoms between a recalled exposure and a current exposure. **Plos one**, v. 15, n. 9, p. e0239194, 2020.
- (20) VON ELM, E. et al. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, p. 867-72, 2007.

# Grau de desidratação e suas consequências para pilotos militares durante voos

Esther Oliveira Xavier de Brito (HCA-FAB)

Fabírcia Geralda Ferreira (EPCAR-FAB)

Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA-FAB)

## RESUMO

A hidratação adequada é fundamental para garantir a eficiência durante as atividades mentais e físicas. Este estudo objetiva avaliar o grau de desidratação sofrido pelos pilotos durante voos militares e suas repercussões, visando aumentar a segurança de voo.

**Palavras-Chave:** Hidratação; Aviador; Piloto militar; Desidratação voluntária; Alteração cognitiva.

## 1. INTRODUÇÃO

A hidratação adequada é essencial para a sobrevivência humana, incluindo a manutenção da função cerebral <sup>(1)</sup>. Diversos fatores como a perda de líquidos, por respiração e transpiração, exposição ao calor, atividade física intensa, bem como a ingestão inadequada de líquidos <sup>(2)</sup> podem comprometer essa homeostase. Quando a perda de água excede a quantidade ingerida, ocorre desidratação <sup>(3)</sup>.

A desidratação é definida como um estado de déficit de água corporal devido a perdas primárias ou à ingestão inadequada de líquido <sup>(4)</sup>. O grau de desidratação pode ser mensurado pelo percentual de perda de massa corporal <sup>(2)</sup>. Por definição, desidratação leve é quando ocorre uma perda de 1 a 2% da massa corporal, desidratação moderada perda de 2 a 5% e desidratação severa uma perda superior a 5% da massa corporal <sup>(4)</sup>.

Vários efeitos adversos decorrentes da desidratação são relatados <sup>(5)</sup>. A sede, tipicamente, é o primeiro sintoma, podendo não ser aparente até que uma perda de cerca de 2% da massa corporal tenha ocorrido. Sintomas subsequentes, que ocorrem com a perda de aproximadamente 5% da massa corporal, incluem náusea, fadiga e instabilidade emocional. Com a progressão da desidratação, outras alterações podem surgir como: diminuição da variabilidade da frequência cardíaca <sup>(6)</sup>, dores de cabeça, aumento da temperatura corporal, entre outros <sup>(7)</sup>.

A importância da prevenção da desidratação na prática esportiva é algo sabidamente conhecido e estudado, objetivando impedir danos ao desempenho do atleta. No entanto, em algumas atividades laborais, como a militar, também

podem ocorrer desidratação. Os militares desempenham atividades operacionais em ambientes hostis, muitas vezes com restrição hídrica e alimentar e submetidos a exercícios físicos extenuantes, seja durante cursos de treinamento ou missões propriamente ditas. Além disso, muitas vezes, experimentam mudanças rápidas na temperatura ambiente, sem tempo de aclimação ideal <sup>(8)</sup>.

Funções inerentes ao militar e, sobretudo ao piloto militar, requerem uma performance diferenciada e exigência de condicionamento físico superior à observada na população geral, e que deve ser mantido ao longo da carreira. No entanto, há poucos trabalhos na literatura, com protocolos bem definidos, sobre as quantidades de perda de fluidos dos pilotos militares durante o voo <sup>(2)</sup>.

Levkovsky *et al.* <sup>(2)</sup> realizaram um estudo visando quantificar a perda de fluidos de pilotos durante o voo militar, em diferentes aeronaves. Massa corporal, gravidade específica da urina e o calor ambiental foram avaliados antes e depois de cada voo. Os resultados variaram entre diferentes tipos de aeronaves e duração do voo. Desse modo, os voos militares podem estar associados a uma quantidade importante de perda de fluido entre a tripulação.

É importante destacar que o piloto pode adotar uma restrição hídrica antes e durante o voo, diante da impossibilidade de micção no percurso. Ainda, pode haver uma ingestão insuficiente de líquidos ao longo do dia, após uma programação densa de atividades de trabalho e exercício físicos. A esse fenômeno dá-se o nome de desidratação voluntária <sup>(2, 9)</sup>.

Além disso, os processos de caminhar até a aeronave, conduzir a inspeção pré-voos e entrar na cabine podem ser demorados. Durante este período, o aumento da sudorese devido à exposição ao calor pode aumentar. Assim, os pilotos, muitas vezes, entram na cabine de comando em estado de desidratação iminente ou mesmo avançado <sup>(2, 9)</sup>. O processo de desidratação continua no voo e pode ser agravada pela ausência de um sistema de resfriamento de ar <sup>(9)</sup>.

Tarefas de desempenho físico são sabidamente prejudicadas com a desidratação. Além disso, estudos corroboram que a performance cognitiva também é suscetível à desidratação <sup>(3, 5, 10)</sup>. Contudo o limiar de perda de líquidos não é claramente definido <sup>(5)</sup>.

Alguns estudos já avaliaram o desempenho cognitivo dos pilotos e sua associação com o grau de desidratação <sup>(2, 4, 6, 9, 10)</sup> e reforçam que a performance cognitiva pode ser influenciada pelos níveis de hidratação. Ainda, mostram que a desidratação pode ser crítica para pilotos de caça devido à redução na tolerância da força gravitacional <sup>(2, 9, 10)</sup> experimentados em voos de alto desempenho, e intensificam a ameaça de perda de consciência induzida pela força gravitacional <sup>(10)</sup>.

Diante disso, a adequada hidratação do piloto militar é necessária e, sem dúvida, é uma preocupação, pois esses militares são submetidos a condições extremas que podem comprometer os níveis de fluidos corporais e propiciar desidratação, o que pode prejudicar seu desempenho <sup>(4)</sup>.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivos Gerais

- Avaliar o grau de desidratação sofrido pelos pilotos durante voos militares e suas repercussões.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Verificar o grau de desidratação sofrido pelos pilotos em diferentes aeronaves;
- Identificar quais são os sinais e sintomas apresentados pelos militares, de acordo com o grau de desidratação;
- Analisar os fatores associados ao grau de desidratação dos pilotos;
- Verificar a existência de alterações cognitivas associadas ao grau de desidratação dos pilotos;

## 3. HIPÓTESES

- Os pilotos desidratam durante voos militares;
- Há diferença no grau de desidratação sofrido pelos pilotos de diferentes aeronaves;
- Há diversos fatores associados a desidratação dos pilotos, tais como taxa de sudorese, papel na tripulação, tempo de voo, temperatura na cabine;
- Pilotos desidratados podem apresentar alterações cognitivas que comprometem a performance de voo;
- A desidratação voluntária pode estar presente, em maior ou menor grau, dentre os pilotos.

## 4. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Embora alguns estudos na área da aviação reconheçam a importância da hidratação e nutrição adequadas, visando contribuir para o desempenho favorável dos pilotos <sup>(1)</sup>, há pouca menção na literatura sobre as quantidades de perda de fluidos dos pilotos militares durante o voo <sup>(2)</sup>.

Desidratação em diversos graus pode ter implicações importantes para a saúde e o comportamento humano <sup>(8)</sup>. Perdas acima de 2% da massa corporal tem um efeito negativo na performance fisiológica e cognitiva <sup>(2,5)</sup>. No entanto, há relatos na literatura que mesmo perda de 1% da massa corporal já é suficiente para impactar negativamente o desempenho cognitivo dos pilotos <sup>(1,2)</sup>. As funções específicas prejudicadas pela desidratação são: orientação e coordenação visual-espacial, memória de curto prazo, discriminação perceptiva e tempo de reação <sup>(2)</sup>, que podem comprometer a segurança de voo.

Diante do exposto, este estudo justifica-se pela necessidade de conhecer o

status de hidratação dos pilotos brasileiros e as possíveis repercussões fisiológicas em vigência de algum grau de desidratação. Dessa forma, o estudo torna-se relevante uma vez que as alterações encontradas em pilotos com déficit de hidratação podem representar uma piora na performance de voo e comprometer a segurança do mesmo. Este estudo poderá ainda servir de base para implementação de protocolos mais assertivos de hidratação para pilotos de diferentes aeronaves.

## 5. MÉTODOS

A população do estudo é composta por 104 pilotos da Força Aérea Brasileira que pertencem a quatro esquadrões aéreos, sediados na cidade do Rio de Janeiro. A distribuição por esquadrão é 20 pilotos da aviação de caça, 16 da aviação de patrulha, 20 de asas rotativas e 48 pilotos de transporte. Para uma amostra representativa com erro amostral de 5% e nível de confiança de 95%, será necessário avaliar um mínimo de 19 pilotos de caça, 16 de patrulha, 19 pilotos de asas rotativas e 41 pilotos de transporte.

Só poderão participar do estudo pilotos da ativa do sexo masculino, servindo nos quatro esquadrões aéreos selecionados. Pilotos que estiverem afastados das atividades aéreas por qualquer motivo, assim como aqueles que fazem uso de medicamentos que interferem no grau de desidratação não serão incluídos.

## 6. COLETA DE DADOS

Todos os voluntários deverão assinar o Termo de Consentimento informado antes de iniciar o estudo. As coletas de dados irão ocorrer durante 3 fases: i. Pré voo; ii. Durante voo; iii. Pós voo.

- Fase Pré voo: No dia do voo pela manhã, os pilotos serão orientados a coletar uma amostra de urina (frasco universal 80 ml) para posterior análise de coloração pela Escala de Armstrong *et al.* <sup>(12)</sup> e Gravidade Específica da Urina (GEU), por refratômetro analógico. Em seguida, serão coletadas as medidas antropométricas de massa corporal e estatura, medidas por balança eletrônica com militar em trajes de banho. Além disso, responderão a um questionário que inclui idade do militar, tipo de aeronave, dados em relação ao voo planejado, peso de alimentos e líquidos que pretende-se consumir no voo, quantidade de horas de sono na noite anterior, e se realizaram exercício extenuante nas últimas 24 horas. Por último, realizarão o Teste de Rotação Mental de Vandenberg <sup>(13)</sup> que avaliará a capacidade de cognição espacial e Teste de Sternberg <sup>(14)</sup> para avaliar memória de curto prazo previamente ao início do voo.

- Durante o voo: serão avaliados temperatura da cabine através de um Termo-Higrômetro Digital, temperatura ambiente e tempo de voo.

- Fase Pós voo: Imediatamente após o voo, os militares irão coletar nova amostra de urina para análise de coloração e GEU, além de medida da massa corporal. Também, será registrada a reposição hídrica e os alimentos consumidos durante o voo. Os testes de cognição e memória de curto prazo serão novamente realizados para análise comparativa. A taxa de sudorese será verificada pela equação proposta por Horswill <sup>(15)</sup>.

## 7. FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados coletados serão tabulados em planilha Excel e posteriormente importados para o software SPSS, versão 22, no qual serão feitas as análises estatísticas. Será avaliada a normalidade dos dados por meio do teste de Kolmogorov Smirnov. Posteriormente para caracterização da amostra, será feita análise estatística descritiva, por meio do cálculo da média, mediana, desvio padrão e intervalo interquartilico para as variáveis numéricas, e frequência absoluta e relativa (%) para as variáveis categóricas. Os fatores associados ao grau de desidratação dos pilotos serão avaliados por meio da regressão de poisson.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se, ao final do estudo, verificar o grau de desidratação sofrido pelos pilotos militares, voando em diferentes aeronaves. Ainda, espera-se verificar se há associação entre esses níveis de desidratação com possíveis repercussões fisiológicas, incluindo-se alterações cognitivas. Acredita-se que a preparação para o voo deve incluir um plano para manutenção de ingesta hídrica antes, durante e após o mesmo, levando-se em consideração o tipo de aeronave.

## REFERÊNCIAS

- (1) LIEBERMAN, H. R. Hydration and cognition: a critical review and recommendations for future research. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 26, n. sup5, p. 555S-561S, 2007.
- (2) LEVKOVSKY, A. et al. Aviator's fluid balance during military flight. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 89, n. 2, p. 94-8, 2018.
- (3) EDMONDS, C.J. et al. Dehydration in older people: A systematic review of the effects of dehydration on health outcomes, healthcare costs and cognitive performance. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v.95, n.104380, p. 2-13, 2021.
- (4) LINDSETH, P.D. et al. Effects of hydration on cognitive function of pilots. **Military Medicine**, v. 178, n. 7, p. 792-8, 2013.

- (5) WITTBRODT, M.T.; MILLARD-STAFFORD, M. Dehydration impairs cognitive performance: a meta-analysis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 50, n.11, p.2360-8, 2018.
- (6) OLIVEIRA-SILVA, I.; BOULLOSA, D.A. Physical fitness and dehydration influences on the cardiac autonomic control of fighter pilots. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 86, n. 10, p. 875-880, 2015.
- (7) FLIGHT SAFETY FOUNDATION. Dehydration presents unique risks for pilots. **Human Factors & Aviation Medicine**, v. 48, n. 4, 2001.
- (8) CARRETERO-KRUG, A. et al. Hydration status, body composition, and anxiety status in aeronautical military personnel from Spain: a cross-sectional study. **Military Medical Research**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2021.
- (9) BRESCON, C. et al. Effect of Urinary Sheath Use on Hydration Status of Fighter Pilots Under Severe Thermal Stress: An Observational Study. **Military Medicine**, v. 184, n. 3-4, p. e217-e222, 2019.
- (10) SCHULTZ, M.C.; SCHULTZ, J.T.; SCHULTZ, J.J. Female relief systems in US Military Fighter Ejection Seat Aircraft. **Journal of Aviation Technology and Engineering**, v.10, n. 2, p.1-15, 2021.
- (11) PARRY, D. et al. Impact of hydration and nutrition on personal performance in the clinical workplace. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 55, n. 10, p. 995-8, 2017.
- (12) ARMSTRONG, L.E. et al. Urinary indices of hydration status. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 4, n. 3, p. 265-279, 1994.
- (13) VANDENBERG, S.G.; KUSE, A.R. Mental rotations, a group teste of three-dimensional spatial visualization. **Perceptual and Motor Skill**, v. 47, n. 2, p. 599-604, 1978.
- (14) STERNBERG, S. High-speed scanning in human memory. **Science**, Washington, v. 153, n. 3736, p. 652-4, 1966.
- (15) HORSWILL, C.A. Effective fluid replacement. **International Journal Sport Nutrition**, v. 8, p.175 -195, 1988.

# Análise da carga de trabalho mental e impactos psicofisiológicos gerados pelo voo em instrutores da Academia da Força Aérea

Marcelo Furtado de Almeida (EPCAR-FAB)  
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA-FAB)

## RESUMO

Para responder o problema de qual é a carga de trabalho a que está exposto o instrutor da Academia da Força Aérea (AFA) esse tem como objetivo analisar a carga de trabalho mental dos pilotos da AFA em voo, comparando os dados com o comportamento da variabilidade da frequência cardíaca.

**Palavras-Chave:** Pilotos; Alterações psicofisiológicas; NASA-TLX.

## 1. INTRODUÇÃO

Pilotar uma aeronave é uma tarefa altamente complexa que requer que o piloto seja proficiente em várias habilidades, pois exige muito de suas capacidades físicas e cognitivas. Elevados níveis de exigência cognitiva podem ser grandes fatores de risco e contribuir para a ocorrência de erros que, no caso da aviação, podem ser catastróficos. A fim de evitar esses erros, é necessário compreender a carga de trabalho cognitivo a qual um piloto normalmente é exposto, para que seja possível avaliar os efeitos das demandas de voo sobre o operador <sup>1</sup>.

Carga de trabalho cognitivo ou carga de trabalho mental, como também é conhecida, pode ser definida como um esforço empregado por um operador humano para atingir um determinado nível de desempenho na execução de uma tarefa, sendo que a consequência dessa carga de trabalho experimentada é refletida por meio de alterações psicofisiológicas <sup>2</sup>. Segundo Rolfe <sup>3</sup>, a carga de trabalho é parte de qualquer situação em que se espera que o operador trabalhe e é uma combinação das demandas da tarefa e das capacidades do operador. Já no meio aeronáutico, é entendido como carga de trabalho mental todo o trabalho cognitivo e processo decisório necessários a um piloto na tarefa de conduzir uma aeronave.

A exigência por desempenho em pilotos é grande por conta da natureza da atividade, que exige um esforço mental elevado. Esse esforço mental está relacionado com a quantidade de informações e o nível de processamento que essas informações exigem do cérebro durante a realização de uma atividade. A ação de pilotar uma aeronave exige que o piloto gerencie e opere grandes quantidades de informações, de forma não automática, demandando elevada carga cognitiva e pressão emocional pelo desempenho <sup>4</sup>.

A alta demanda cognitiva pode gerar no piloto um estado ou condição de

estresse que, segundo Regula *et al.*<sup>5</sup>, é um estado de tensão mental ou fisiológica após estímulos adversos ou condição inadequada. Por consequência desse estresse ocorre a ativação do sistema nervoso autônomo (SNA), que por ação do seu componente simpático e parassimpático, influencia a atividade do coração. No extenso campo dos indicadores de estresse, existem vários parâmetros psicofisiológicos que descrevem o estado de aumento da tensão mental<sup>5</sup>.

Dentre eles ganha destaque a frequência cardíaca (FC) e sua variabilidade (VFC), rotineiramente utilizadas para avaliar a resposta do coração às atividades específicas (exercício e recuperação), por serem medidas não invasivas e de fácil registro do trabalho cardiovascular e que, no contexto aeronáutico, torna-se uma métrica objetiva e importante para avaliar a carga de trabalho exigida do piloto<sup>6,7</sup>.

Por ser um indicador confiável da interação entre o cérebro e o coração, a VFC pode ser utilizada para caracterizar a resposta simpática ao estresse gerado pelo voo em pilotos<sup>7</sup>, manifestando o estado de aumento da tensão mental. Sendo, esse estado, o principal fator que afeta o conforto, a precisão e a segurança do voo<sup>7</sup>. Além disso, estudos apontam que a VFC pode ser considerada um preditor de atividade cognitiva, refletindo o trabalho mental, e, por isso, ser utilizada para a individualização do treinamento, propiciando, conseqüentemente, o aumento da eficiência e o desempenho dos pilotos durante o voo<sup>6,7</sup>.

Além das formas de análise objetiva da carga de trabalho mental, existem instrumentos que permitem realizar uma avaliação autorrelatada e subjetiva dessa carga de trabalho que leva em consideração toda a experiência e percepção individualizada do piloto. Uma dessas ferramentas é o Questionário National Aeronautics and Space Administration – Task Load Index (NASA-TLX), que é amplamente utilizado em estudos com pilotos para a análise da carga de trabalho mental<sup>8,9</sup>.

O questionário NASA-TLX é o resultado de um programa de pesquisa desenvolvido por Hart e Staveland<sup>10</sup> que visa identificar os fatores associados à carga de trabalho subjetiva. Nele, é proposta uma escala de classificação multidimensional em que as informações sobre a magnitude e as fontes de seis fatores são combinados para derivar uma estimativa sensível e confiável da carga de trabalho.

Diante do exposto, o objetivo do estudo é analisar, utilizando o questionário NASA-TLX, a carga de trabalho mental dos pilotos instrutores da Academia da Força Aérea (AFA) na realização de uma tarefa de voo, comparar os resultados obtidos com o comportamento da VFC e relacionar com o nível de experiência do piloto em horas de voo, tipo de aviação em que é especializado, idade, qualidade de sono e condicionamento físico.

As hipóteses do estudo são que é alta a carga de trabalho mental a que o instrutor da AFA está exposto, que a percepção dessa demanda está relacionada de forma inversamente proporcional à experiência do piloto e que será menor a VFC em pilotos mais experientes ou com melhor condicionamento físico.

A relevância desse trabalho justifica-se pela importância de manter em níveis elevados a segurança e a qualidade da instrução aérea na AFA. Dessa forma, surge

o problema deste estudo que levanta a questão sobre qual é a carga de trabalho a que está exposto o instrutor da AFA ao realizar uma instrução de voo, se essa carga de trabalho é percebida e se ela gera alterações fisiológicas nos pilotos. Por meio do objetivo proposto, o estudo visa responder à inquietação em questão de maneira que sejam adquiridos conhecimentos que auxiliem em ações que visam aumentar a segurança de voo e melhorar o desempenho humano e operacional na instrução aérea.

## 2. MÉTODOS

O presente estudo de corte transversal foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Campus USP “Fernando Costa”, com número do protocolo CAAE: 51921821.0.0000.5422.

A amostra será composta por militares instrutores de voo da AFA. Os participantes deverão ser voluntários, possuir mais de 18 anos, ser saudáveis, e a escolha ocorrerá de forma aleatória e sem distinção entre homens e mulheres. A população total a ser considerada no estudo será de 70 pilotos instrutores da aeronave T-27 Tucano que ministram instrução no Primeiro Esquadrão de Instrução Aérea da AFA. Considerando uma população homogênea, nível de confiança de 90% e erro amostral de 5%, será necessária uma amostra de 51 pilotos para representar de forma fidedigna a população.

Os participantes serão informados dos objetivos e procedimentos do estudo, bem como da possibilidade reduzida de riscos na sua participação. Todos os pilotos deverão assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), segundo as normas da Resolução do Conselho Nacional da Saúde no 466, de 12 de dezembro de 2012, e estarão livres para interromperem a pesquisa quando desejarem. O anonimato dos pilotos será garantido em todos os momentos do estudo.

## 3. COLETA DE DADOS

A fase de coleta de dados será iniciada com a apresentação do estudo aos participantes, explicação dos métodos, dos objetivos e assinatura TCLE.

Na sequência será realizado o registro, utilizando um monitor de frequência cardíaca (Polar RS800CX, Oy, Kempele, Finland), da VFC dos pilotos ao realizarem missões de instrução de voo. Além de registrar a VFC ao longo de todo o voo, serão realizados registros na reunião de preparação do voo, internamente denominada como briefing, que ocorre imediatamente antes do voo e na reunião pós voo, denominada de debriefing, que acontece imediatamente após o voo. Para o registro será monitorado o nível de hidratação de cada participante, assim como será orientado que o participante não deverá consumir bebidas alcoólicas ou ingerir alimentos estimulantes em um período de pelo menos 24 horas antes da mensuração. Logo após o voo será preenchido pelo participante o questionário NASA-TLX e questionário

de autoria do próprio pesquisador no qual serão coletadas informações acerca de experiências pregressas de voo.

Serão realizados também, em dias diferentes ao da tarefa de voo e em uma condição de repouso, o registro da VFC que servirá como dado de controle e, como forma de completar os dados necessários ao estudo, o participante realizará o preenchimento dos seguintes questionários: Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ e questionário do Índice da Qualidade do Sono de Pittsburgh.

#### 4. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Para o tratamento estatístico será utilizado o programa computadorizado Statistical Package for Social Science, versão 23.0 (SPSS Inc. Chicago, EUA). A análise descritiva será utilizada para os cálculos de média, desvio padrão, mínimo, máximo e a variância dos sujeitos avaliados. A distribuição dos dados será analisada por meio do teste de Shapiro Wilk, pretendendo-se assim identificar a distribuição normal do conjunto de dados. As variáveis serão comparadas através de regressões simples e múltiplas. O nível de significância utilizado será de  $p < 0,05$ .

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo encontra-se no estágio de levantamento final da fundamentação teórica e ajustes da metodologia a ser utilizada para que a coleta de dados consiga abranger o problema de pesquisa em questão. Após a coleta de dados, análise e tratamento estatísticos será buscada as justificativas científicas para os resultados encontrados.

#### REFERÊNCIAS

- (1) WILSON, G.F. An analysis of mental workload in pilots during flight using multiple psychophysiological measures. **International Journal of Aviation Psychology**, v. 12, n. 1, p. 3-18, 2002.
- (2) HART, S.G.; STAVELAND, L.E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. **Advances in Psychology**, v. 52, p. 139-3, 1988.
- (3) ROLFE, J.M. Whither workload? **Applied Ergonomics**, v. 4, n. 1, p. 8-10, 1973.
- (4) GARCÍA-MAS, A. et al. Medicina del Deporte Workload and cortisol levels in helicopter combat pilots during simulated flights. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 9, n. 1, p. 7-11, 2016.
- (5) REGULA, M. et al. Study of heart rate as the main stress indicator in aircraft pilots. **Proceedings of the 16th International Conference on Mechatronics**, p. 639-43, 2014.

- (6) 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, P. 237, 2019.
- (7) FUENTES-GARCÍA, J.P. et al. Impact of real and simulated flights on psychophysiological response of military pilots. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 2, p. 1-9, 2021.
- (8) VELTMAN, J.A.; GAILLARD, A.W.K. Physiological indices of workload in a simulated flight task. **Biological Psychology**, v. 42, n. 3, p. 323-42, 1996.
- (9) BROOKINGS, J.B.; WILSON, G.F.; SWAIN, C.R. Psychophysiological responses to changes in workload during simulated air traffic control. **Biological Psychology**, v. 42, n. 3, p. 361-77, 1996.
- (10) ZHENG, Y. et al. Predicting workload experienced in a flight test by measuring workload in a flight simulator. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 7, p. 618-23, 2019.

# Pesquisa sobre lombalgia e resistência muscular da região lombopélvica em pilotos de helicóptero: buscando valores de referência

Viviane Conceição Zanini Tauil Valente (CDA-FAB)

Daniele Gabriel Costa (CDA-FAB)

Adriano Percival Calderaro Calvo (UNIFA-FAB)

## RESUMO

A severidade da lombalgia é diretamente proporcional ao prejuízo provocado à saúde, ao comportamento motor e ao desempenho físico do paciente. Pilotos de helicóptero possuem maior prevalência de lombalgia, podendo influenciar a operacionalidade do militar e comprometer a segurança do voo.

**Palavras-Chave:** Lombalgia; Pilotos de helicóptero; Testes de resistência muscular da região lombopélvica.

## 1. INTRODUÇÃO

É consenso que piloto de helicóptero (PH) está associado à lombalgia (LGB), alcançando taxas de prevalência de até 92%<sup>(1-5)</sup>. Em detrimento disso, a lombalgia é enquadrada como uma patologia de atenção primária à saúde para esses profissionais, pois exerce grande influência sobre a segurança do voo e operacionalidade das Forças Aéreas<sup>(6-8)</sup>.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A lombalgia pode ser caracterizada por um quadro de fadiga, desconforto, ou rigidez muscular no terço inferior da coluna vertebral<sup>(9;10)</sup>. Várias são as possíveis causas da lombalgia: fatores musculoesqueléticos, como as síndromes dolorosas miofasciais e instabilidades do segmento lombar, fato este que na ausência de alterações ósseas da coluna lombar, hipoteticamente pode ser considerada a causa primária da dor lombar crônica<sup>(11;12)</sup>.

Alguns fatores comportamentais durante a atividade laboral influenciam a LGB: posição sentada, vibração e postura inadequada. Estes fatores combinados podem aumentar o risco da LGB em até quatro vezes<sup>(13)</sup>. Estas características ergonômicas do ambiente operacional do PH, combinadas ao efeito acumulativo da duração da exposição, aumentam a razão de risco<sup>(14)</sup>.

O complexo lombo pélvico é o termo aplicado à região que envolve a coluna lombar e a articulação do quadril e pode ser considerado como

uma zona de transição de forças entre o membro superior e inferior <sup>(15)</sup> e responsável pela sincronização do ritmo lombo pélvico <sup>(16)</sup>.

Uma revisão bibliográfica que tinha como objetivo buscar evidências acerca da influência da função muscular na etiologia da dor lombar dos PH, identificou a musculatura da região lombo pélvica como uma das principais envolvidas nos fatores desencadeantes da dor desses militares <sup>(5)</sup>. Aparentemente, a musculatura das regiões do tronco e da lombar dos PH é enfraquecida devido à postura que a ergonomia do cockpit lhes demanda, provocando dor transitória secundária <sup>(5)</sup>. Foi verificado que os músculos da região lombo pélvica (reto abdominal abdominais oblíquos interno e externo, glúteos máximo e médio, multífidos, quadrado lombar, e quadríceps) estão associados com o desencadeamento da dor lombar <sup>(17)</sup>.

Os dispositivos de voo do cockpit de helicópteros exigem sustentação das mãos e dos pés dos pilotos em pontos fixos e distintos lhes induzindo a adoção de postura assimétrica durante o voo, com movimentos articulares do tronco que combinam flexão, flexão lateral e rotação <sup>(5)</sup>. Associada à vibração e ao recrutamento muscular assimétrico do trapézio e dos eretores espinhais, a postura pode gerar fadiga muscular, gerando dor <sup>(18)</sup>. Os principais músculos envolvidos nos fatores desencadeantes da dor desses militares são o reto abdominal, os glúteos máximo e médio, multífido, quadrado lombar, quadríceps, oblíquo interno e externo, os quais foram confirmados pelos autores, por meio de avaliação muscular de 21 pilotos de helicóptero <sup>(19)</sup>.

Outros fatores influenciam a LGB: idade, horas de voo <sup>(20)</sup> e estatura <sup>(21)</sup>. Em PH, foi observada maior chance de dor lombar durante o voo nos pilotos mais altos <sup>(21)</sup>.

Além da carga de trabalho física, relacionada à postura, a dor lombar pode ser influenciada por outros fatores oriundos de sobrecarga de trabalho mental, que se refere aos aspectos subjetivos, como a cognição, o raciocínio, a tomada de decisão, o pensamento, a memória, a atenção <sup>(22)</sup>. Como medida compensatória, é sugerida aos PH a adoção de estilo de vida saudável conjugado a exercícios físicos específicos para a musculatura da região do core, e que eles sejam monitorados quanto a LGB pelo desempenho muscular dessa região <sup>(20)</sup>.

Testes clínicos que avaliaram resistência muscular e instabilidade da coluna lombar parecem indicar relacionamento entre intensidade da dor e incapacidade em pacientes com LGB inespecífica <sup>(23)</sup>, e relacionamento entre resistência muscular lombo pélvica e a duração da dor LBG <sup>(21)</sup>. Além disso, existe relacionamento inverso entre a LBG com presença de dor persistente e resistência muscular da região lombo pélvica: (anterior e posterior) <sup>(21)</sup>; e entre LGB inespecífica e crônica e musculatura paravertebral e da região do quadril <sup>(22)</sup>. Contudo, é verificado que indivíduos com baixo desempenho da resistência muscular lombo pélvica possuem maiores riscos de desenvolver LGB <sup>(17)</sup>.

Devido à ergonomia do cockpit, PH apresentam alta prevalência de LGB atribuída às fraquezas e desequilíbrios musculares da região lombo pélvica. Em contrapartida, a LGB possui relações inversamente proporcionais à resistência muscular da região lombo pélvica. No entanto, é difusa a compreensão entre as relações da LGB de PH e suas fraquezas e desequilíbrios musculares da região lombo pélvica.

### 3. OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo prever a dor lombar de PH, tendo por base o desempenho em testes específicos de resistência muscular lombo pélvica, como uma estratégia de prevenção.

### 4. HIPÓTESE

É esperado que o desempenho e desequilíbrio musculares oriundos de testes de resistência muscular da região lombo pélvica possuam relação com a intensidade de dor lombar de PH da Força Aérea Brasileira.

Também é esperado que a partir dessa relação, sejam identificados valores clínicos de referência para a identificação de PH com riscos de LGB.

### 5. JUSTIFICATIVA

Em observação à carência que existe na literatura de estudos que tenham como foco a prevenção e predição da dor lombar, especificamente para a população de PH, o que dá margem para falta de controle, acompanhamento e prognósticos hábeis para a saúde do PH, evitando, conseqüentemente, o afastamento desses militares de sua operacionalidade devido a LGB.

Isso também abrange a Força Aérea Brasileira, pois não existe avaliação específica para diagnosticar se existe fraqueza muscular e/ou se a musculatura está apta a suportar as exigências de voo em helicópteros.

Portanto, identificar um parâmetro específico que contribuirá para adoção de ações preventivas efetivas contra a LGB em PH da Força Aérea Brasileira é pertinente.

### REFERÊNCIAS

- (1) DELAHAYE, R.P. et al. Backache in helicopter pilots. In: Delahaye, R.P, Auffret, R. (Eds.). **Physiopathology and pathology of spinal injuries in aerospace medicine**. Neuilly-sur-Seine, France: AGARD, 1982. p. 211-63.
- (2) BOWDEN, T.J. Backache in helicopter aircrew, the current situation: A literature review. **DCIEM**, Canada: Defence and Civil Institute of Environmental Medicine, DCIEM Report, n. 84-R-29, 1984.

- (3) SHAHNAHAN, D.F. Back pain in helicopter flight operation. In: **AGARD Conference Proceedings: Aeromedical Support in Military Operations**, v. 134, p. 9-1 to 9-9, 1984.
- (4) GRANT, K.A. Ergonomic assessment of a helicopter crew seat: the HH-60G flight engineer position. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 73, n. 9, p. 913-8, 2002.
- (5) SILVA, G.V. et al. Helicopter pilots and low back pain: how to manage the risk factors? **Ergonomics International Journal**, v.1, Issue 5, 2018.
- (6) ORSELLO, C.A., et al. Height and in-flight low back pain association among military helicopter pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 84, n. 1, p. 32-7, 2013.
- (7) LOPEZ-LOPEZ, J.A. et al. Determination of lumbar muscular activity in helicopter pilots: a new approach. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 72, p. 38-43, 2001.
- (8) HANSEN, B.; WAGSTAFF, A.S. Low back pain in norwegian helicopter aircrew. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 72, n. 3, p. 161-4, 2001.
- (9) IMAMURA, S.T, KAZIYAMA, H.H.S., IMAMURA, M. Lombalgia. **Revista de Medicina**, v. 80, n. 2, p. 375-90, 2001.
- (10) PANJABI, M.M. Clinical spinal instability and low back pain. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 13, n. 4, p. 371-9, 2003.
- (11) O'SULLIVAN, P.B. Lumbar segmental "instability": clinical presentation and specific stabilizing exercise management. **Manual Therapy**, v. 5, n. 1, p. 2-12, 2000.
- (12) NACHEMSON, A.L. Advances in low-back pain. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 200, p. 266-78, 1985.
- (13) LIS, A.M., et al. Association between sitting and occupational LBP. **European Spine Journal**, v. 16, n. 2, p. 283-98, 2007.
- (14) ANDERSEN, K., et al. Impact of exercise programs among helicopter pilots with transient LBP. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 18, n. 269, 2017.
- (15) WILSON, J.D. et al. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 13, n. 5, p. 316-25, 2005.
- (16) NEUMANN, D.A. **Cinesiologia do sistema musculoesquelético: fundamentos para reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

- (17) LIU, F., et al. Trunk muscle endurance in Chinese adults. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 31, n. 4, p. 593-602, 2018.
- (18) BALASUBRAMANIAN, V. et al. Analysis of muscle fatigue in helicopter pilots. **Applied Ergonomics**, v. 42, n. 6, p. 913-8, 2011.
- (19) SILVA, G.V. et al. Disfunção muscular e lombalgia em pilotos de helicóptero. **Fisioterapia Brasil**, v. 6, n. 4, p. 281-9, 2005.
- (20) ÇINAR-MEDENI, Ö. et al. The predictors of low back pain in helicopter pilots. **Gazi Medical Journal**, v. 26, n. 1, p. 15-8, 2015.
- (21) ORSELLO, C.A. et al. Height and in-flight low back pain association among military helicopter pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 84, n. 1, p. 32-7, 2013.
- (22) BEZERRA, F.G.V. Estudo da carga de trabalho do piloto durante procedimentos de emergência em operações aéreas de helicópteros. 2012. **Dissertação (Mestrado)** – Mestrado em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2012.
- (23) VANTI, C. et al. The relationship between clinical instability and endurance tests, pain, and disability in nonspecific low back pain. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 39, n. 5, p. 59-68, 2016.

